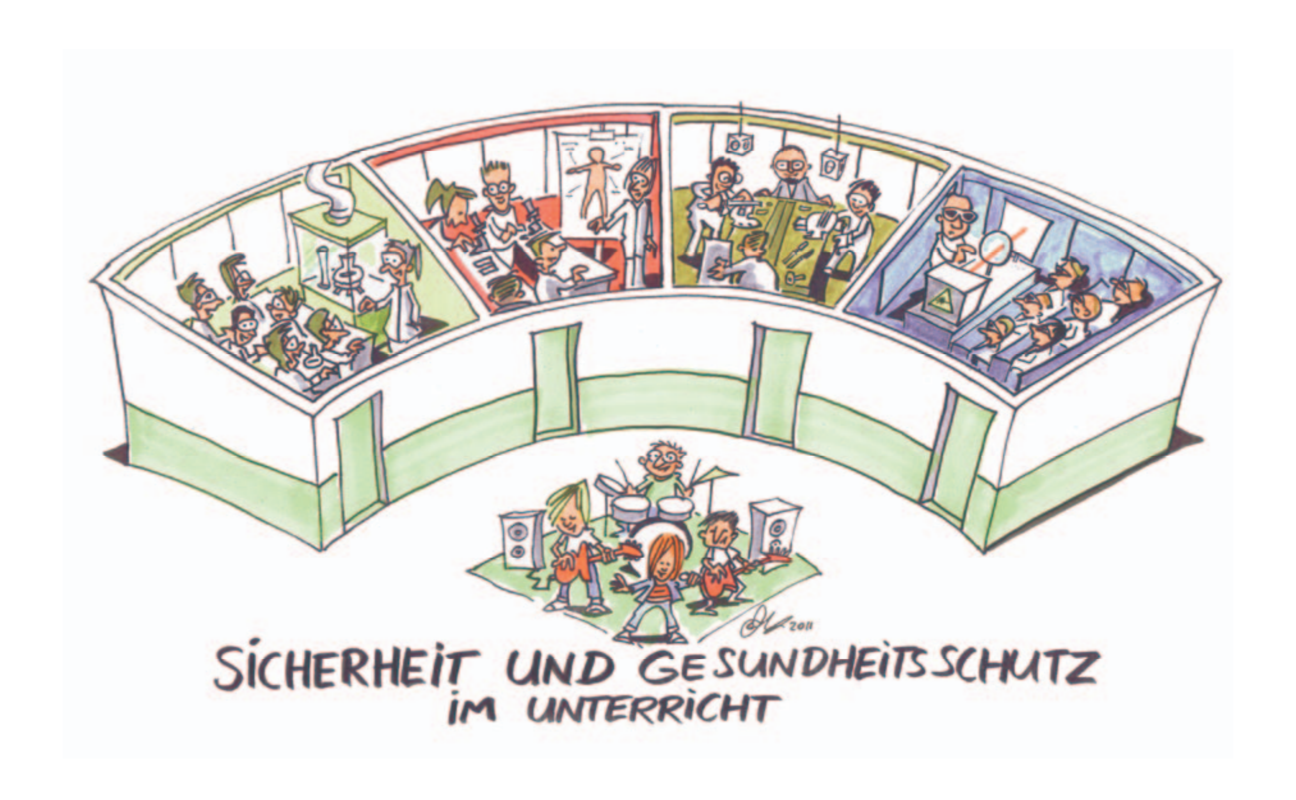
RICHTLINIE ZUR

SICHERHEIT IM UNTERRICHT

(RiSU)

Empfehlung der Kultusministerkonferenz



Autoren
der
Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht

Bezler, Hans Joachim, Oberstudiendirektor
Leiter des Gymnasiums Hohe Landesschule, Hanau
Fachberater für Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit beim Hessischen Kultusministerium

Hohenberger, Ludger, Dipl. Ing.
Abteilungsleiter biologische, chemische und physikalische Einwirkungen
Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, Münster

Dr. Kellner, Robert, Dipl. Chem.
Leiter des Referates Laborwesen, chemische Einwirkungen
der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, München

Piechocki, Axel, Studiendirektor
Vorsitzender der Arbeitsgruppe Gefahrstoffe
beim Ministerium für Schule und Weiterbildung Nordrhein-Westfalen

Dr. Radtke, Rainer, Dipl. Chem.
Unfallkasse Rheinland-Pfalz, Andernach

Ritzmann, Uwe, Dipl. Ing., Ministerialrat
Referatsleiter, Niedersächsisches Kultusministerium
Leiter der Arbeitsgruppe

Ruck, Peter**,** Dipl. Verw. W.
Stellv. Abteilungsleiter, Fachbereich Schulen Stadt Essen
Vertreter des Deutschen Städtetages

Folgende Fachleute haben an der Richtlinie mitgearbeitet:

Brose, Martin, Dipl. Phys. (Optische Strahlung)
Berufsgenossenschaft Energie, Textil, Elektro, Medienerzeugnisse, Köln

Hahn, Brigitte **– (**Strahlenschutz)
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Baden-Württemberg, Stuttgart
Mitglied im Fachausschuss Strahlenschutz beim BMU

Neunzig, Michael, Studiendirektor (Strahlenschutz, Physik)
Gymnasium Adolfinum Moers
Fachleiter am Zentrum für schulpraktische Lehrerausbildung Duisburg

Pscherer, Andreas, Dipl. Phys. (Lärm)
Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, Münster

Turowski, Siegfried, Dipl. Ing. (Maschinen)
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) München

RICHTLINIE ZUR SICHERHEIT IM UNTERRICHT

(RISU)

Empfehlung der Kultusministerkonferenz

(Sicherheitsrichtlinien Unterricht – R i S U)

Beschluss der KMK vom 2012

INHALT

VORBEMERKUNG

Zur Entstehung und Zielsetzung der Empfehlungen für Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht wird auf Folgendes hingewiesen:

Als Folge der sicherheitstechnischen Entwicklung in den letzten Jahrzehnten haben sich die Arbeitsbedingungen für Lehrer und Schüler in den allgemeinbildenden Schulen sehr gewandelt, und die Veränderungen schreiten unaufhaltsam fort.

Immer komplexere Arbeitsabläufe im Unterricht machen es erforderlich, die begleitenden Vorsorgemaßnahmen zur Sicherheitserziehung und Unfallverhütung weiterzuentwickeln.

Mit der folgenden Empfehlung für Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht werden die am 06.04.1973 beschlossenen Empfehlungen für Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht in der Fassung vom 09.09.1994 fortgeschrieben. Die Neufassung des Richtlinientextes referiert zu diesem Zweck den aktuellen Stand der einschlägigen Rechts- und Verwaltungsvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und technischen Regeln (wie Technische Regeln Gefahrstoffe, DIN-Normen).

Schwerpunkte der Neuregelung betreffen u.a.:

- Arbeitsschutz und Einrichtung von Fachräumen
- Gefahrstoffe und deren Entsorgung
- Gasanlagen und Druckgasflaschen
- Mikrobiologische und gentechnische Arbeiten
- Umgang mit Lebewesen
- Radioaktive Stoffe und Anlagen zur Erzeugung von ionisierenden Strahlen
- Künstliche optische Strahlung und Laser
- Lärm
- Regelungen zu Technik/Arbeitslehre, Hauswirtschaft und Kunst

Darüber hinaus soll sicherheits- und verantwortungsbewusstes Handeln als fächer- und schulformübergreifendes Erziehungsziel verstanden werden.

Der Lehrer wird hinsichtlich seiner Vorbildfunktion als lehrende und handelnde Person angesprochen, damit er sich seinerseits aufgerufen fühlt, sowohl Verhaltens- als auch Einstellungs- und Bewusstseinsänderung i.S. von Sicherheits- und Umweltbewusstsein pädagogisch umzusetzen.

Zielsetzung der Richtlinie ist es, das Bewusstsein für mögliche Gefahren und deren Ursachen zu schärfen und das natürliche Interesse von Lehrern und Schülern an sicheren Arbeitsbedingungen durch umfassende Informationen und klare rechtliche Rahmenbedingungen zu unterstützen.

Im Interesse einer einheitlichen Regelung wurde diese Empfehlung mit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) abgestimmt.

Mit diesem Beschluss gilt der Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.09.1994 als aufgehoben.

ANWENDUNGSBEREICH

Die Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht gilt vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern, in Technik / Arbeitslehre, Hauswirtschaft, Kunst und Musik der allgemeinbildenden Schulen und der beruflichen Gymnasien, sowie in den allgemeinbildenden Fächern berufsbildender Schulen. Darüber hinaus gibt es andere Unterrichtsveranstaltungen in denen Tätigkeiten ausgeübt werden, bei denen diese Richtlinie anzuwenden ist.

Ebenso sind die von den zuständigen Unfallversicherungsträgern erlassenen Unfallverhütungsvorschriften und Regeln zu beachten und unter Berücksichtigung der schulischen Verhältnisse anzuwenden.

Diese Richtlinie gilt nicht für Betriebspraktika und für berufsbezogene Fächer an beruflichen Schulen.

Die Angaben zur Einrichtung der Fach- und Fachnebenräume richten sich an die Schulleiter, die gegenüber dem Sachkostenträger dafür eintreten, dass die diesbezüglichen Sicherheitsbestimmungen eingehalten werden.

Die Anforderungen und Hinweise für die Tätigkeit mit Geräten und Gefahrstoffen, die Durchführung von Versuchen usw. richten sich an die unterrichtenden Lehrkräfte Sie sind verpflichtet, die Sicherheitsbestimmungen einzuhalten und die Hinweise auf Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Geräten und Stoffen (Ratschläge und Hilfen) zu beachten. Maßnahmen zur Ersten Hilfe bei den spezifischen Gefährdungen im Unterricht sind in Anlage III-2.2. aufgeführt.

In den vorgenannten Fächern ist neben der Gewährleistung von Sicherheit die Sicherheitserziehung der Schülerinnen und Schüler eine wichtige Aufgabe. Die Lehrkraft hat die fachlichen Voraussetzungen für einen sachgerechten Umgang mit Geräten und Stoffen zu vermitteln und sie bei jeder Gelegenheit zu einem sicherheitsgerechten Verhalten anzuhalten.

GLIEDERUNG

Die Richtlinie ist in drei Teile gegliedert.

Teil I — enthält auf der Grundlage der einschlägigen Rechts- und Verwaltungsvorschriften die für allgemeinbildende Schulen und berufliche Gymnasien verbindlichen **Sicherheitsregelungen**.

Teil II — enthält **Ratschläge** und **Hilfen**, die Lehrern und Schülern ein sicherheitsbewusstes und umweltgerechtes Verhalten in der täglichen Schulpraxis erleichtern.

Teil III — enthält **Anlagen und Hinweise** zu den Teilen I und II.

TEIL I VERBINDLICHE REGELUNGEN

I – 0 Allgemeine Anforderungen

Der Arbeitgeber – vor Ort vertreten durch die Schulleiterin oder den Schulleiter – ist verantwortlich, dass

- Gefährdungsbeurteilungen nach §§ 5, 6 Arbeitsschutzgesetz und nach § 3 Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ für alle Gefährdungen (z.B. biologische, chemische und physikalische Gefährdungen) durchgeführt und dokumentiert werden,
- erforderliche Schutz- und Hygienemaßnahmen festgelegt und durchgeführt werden,
- Betriebsanweisungen erstellt werden,
- Unterweisungen von Schülerinnen und Schülern, Lehrkräften und ggf. sonstigen Beschäftigten (z.B. Reinigungspersonal, Hausmeisterin, Hausmeister) erfolgen.

Für Schulleiterinnen und Schulleiter besteht die Möglichkeit bestimmte Aufgaben, die sich aus dieser Verantwortung ergeben, auf Lehrkräfte schriftlich zu übertragen, die in ihrem Bereich eigenverantwortlich tätig werden. Die Aufgabenübertragung entbindet Schulleiterinnen und Schulleiter jedoch nicht von ihrer Aufsichts- und Organisationsverantwortung, die nach Landesrecht geregelt sind.

Für Tätigkeiten bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Unterrichts, einschließlich der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung ist die Lehrkraft verantwortlich. Dabei ist der Reifegrad und Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen.

Entsprechend den Zuständigkeitsregelungen im Schulwesen tragen die Sachkostenträger Verantwortung für Bau und Ausstattung der Schulen sowie Ver- und Entsorgung mit bzw. von Verbrauchsmaterialen.

I – 1 Sicherung der Fachräume, Einrichtungen und Geräte

Bau und Einrichtung der naturwissenschaftlichen Fachräume sind im Teil III – 1 zusammenfassend dargestellt.
Siehe hierzu auch UVV „Schulen“ (GUV-V S1)

Fachräume sind gegen das Betreten durch Unbefugte zu sichern.

Es muss sichergestellt sein, dass über Telefon jederzeit ein Notruf nach außen gelangen kann.
Siehe Teil III – 1 Einrichtung von Fachräumen.

In den Lehr- und Übungsräumen sind allgemein zugänglich zu machen

1. Hinweise zur Ersten Hilfe
   Siehe Teil III – 2.2.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht
2. sofern in diesen Räumen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt werden, R- und S-Sätze sowie die Gefahrensymbole H- und P-Sätze sowie Piktogramme
   Siehe Teil III – 2.5 Tabellen zur Kennzeichnung
3. Betriebsanweisungen für Schülerinnen und Schüler und ggf. Laborordnung.

Die Geräte zur Brandbekämpfung und Ersten Hilfe, z.B. funktionstüchtiger Feuerlöscher, Löschsand und Verbandkästen müssen griffbereit zur Verfügung stehen und regelmäßig überprüft werden.

Es ist ein Lageplan (z.B. für entzündliche/entzündbare Flüssigkeiten, Druckgasflaschen) und ein Rettungsplan zu erstellen, z.B. Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen nach DIN 14095, Objektpläne, in denen eingezeichnet wird: Räume mit gefährlichen Stoffen, ent-

zündlichen/entzündbaren Flüssigkeiten, radioaktiven Stoffen, Druckgase. Die Zusammenarbeit mit der örtlichen Feuerwehr wird empfohlen.

Es dürfen nur Geräte beschafft und bereitgestellt werden, wenn sie den für die vorgesehene Verwendung entsprechenden Anforderungen an die Sicherheit und Gesundheit genügen. Unter Beachtung der vom Hersteller mit zuliefernden technischen Dokumentation, aus der die Maßnahmen zur Vermeidung von Sicherheits- und Gesundheitsrisiken nachvollziehbar hervorgehen müssen, ist eine arbeitsmittelbezogene Gefährdungsbeurteilung (siehe Teil I-0) durchzuführen. Hierbei sind gem. Betriebssicherheitsverordnung auch Art, Umfang und Fristen der regelmäßigen Prüfungen festzuhalten, siehe Teil III-8 Prüfungen.

Bedienungsanleitungen von Geräten und Arbeitsmitteln sind so aufzubewahren, dass sie jederzeit zugänglich sind.

Das Fehlen von Sicherheitseinrichtungen und Schäden an Bau und Einrichtungen sind der Schulleitung unverzüglich zu melden. Beschädigte Geräte, die eine Gefahr darstellen, müssen als defekt gekennzeichnet und der weiteren Verwendung entzogen werden.

Asbesthaltige Arbeits- und Hilfsmittel sind zu ersetzen, um Gefährdungen durch Asbestfasern auszuschließen. Die Verwendung von Platinkatalysatoren auf Asbestschnüren sowie die Bearbeitung von Speckstein sind unzulässig, da er Asbest enthalten kann.

Speckstein ist ein natürliches Mineral mit einer inhomogenen Zusammensetzung. Untersuchungen von Materialproben haben gezeigt, dass handelsüblicher Speckstein Asbest enthielt. Dies war in erheblichen Umfang auch bei Specksteinproben der Fall, für die die Lieferanten Asbestfreiheit zertifiziert hatten.

Gegebenenfalls ist eine ordnungsgemäße Entsorgung sicherzustellen.

Vor Aufnahme der Tätigkeit sind die Gefährdungen zu ermitteln und zu beurteilen, die durch Wechselwirkungen von Arbeitsmitteln mit Arbeitsstoffen unter Beachtung der Arbeitsumgebung entstehen können (siehe Teil I – 0).

I – 2 Allgemeine Verhaltensregeln

Schülerinnen und Schüler dürfen naturwissenschaftliche und technische Fachräume ohne Aufsicht der Fachlehrerin oder des Fachlehrers nicht betreten und sich grundsätzlich nicht alleine darin aufhalten.

Schülerinnen und Schüler dürfen in der Schule in der Regel nur unter Anleitung und Verantwortung der Lehrerin oder des Lehrers Versuche durchführen. Die Lehrerin oder der Lehrer ist dabei zu einer dem Alter und der Reife der Schülerinnen und Schüler entsprechenden Aufsicht verpflichtet.

Die Lehrkraft kann in Einzelfällen Schülerinnen oder Schüler auch ohne ständige Aufsicht in der Schule experimentieren lassen, wenn sie oder er nach den bisherigen Unterrichtserfahrungen mit diesen Schülerinnen und Schülern davon ausgehen kann, dass sie mit den zur Verfügung gestellten Geräten und Chemikalien sachgerecht umgehen. Eine Alleinarbeit von Schülerinnen und Schülern ist nicht erlaubt.
Tätigkeitsbeschränkungen sind zu beachten: siehe Teil I – 3.5 (Gefahrstoffe), Teil I - 6.4 (Biologische Stoffe), Teil I – 11.5 (elektrische Energie), Teil I – 8.9 (radioaktive Präparate), Teil I – 4.3.2 (Maschinen)

Die Schülerinnen und Schüler sind zu informieren über
- Lage und Bedienung der elektrischen Not-Aus-Schalter und des zentralen Gas-Haupthahnes
- vorhandene Löscheinrichtungen (Feuerlöscher, Löschdecke, Löschsand)
- Handbrause/Augendusche

- Fluchtwege bzw. einen bestehenden Rettungsplan.

Außer in den unter Teil I – 2.4 angesprochenen Notfalleinrichtungen dürfen ohne Aufforderung durch die Lehrerin oder den Lehrer Geräte, Maschinen, Schaltungen und Chemikalien in der Regel von Schülerinnen oder Schülern nicht verwendet werden.

Die Lehrerin und der Lehrer hat dafür zu sorgen, dass Schülerinnen und Schüler persönliche Schutzausrüstungen (Schutzbrillen, Schutzhandschuhe) tragen, falls das Experiment oder das Verfahren es erfordert.
Bau und Ausstattung der Schule, Anschaffung von Lehr- und Lernmitteln einschließlich persönlicher Schutzausrüstung, Beschaffung und Entsorgung von Verbrauchsmaterialien obliegt in der Regel dem Schulträger (Sachkostenträger).

Bei Demonstrationsversuchen, bei denen eine Explosions- oder Implosionsgefahr besteht, oder die Möglichkeit, dass gefährliche Flüssigkeiten verspritzen, sind ausreichende Schutzvorkehrungen zu treffen (z.B. Schutzscheibe oder Abzug).

Die Mithilfe von Schülerinnen und Schülern beim Heranholen von Geräten und Stoffen, beim Aufbau der Geräte und bei der Durchführung von Versuchen ist nur erlaubt, wenn damit weder für sie noch für Dritte eine gesundheitliche Gefährdung zu befürchten ist.

Lehrerinnen und Lehrer dürfen während des Unterrichts den Fachraum grundsätzlich nicht verlassen. Muss eine Lehrerin oder ein Lehrer aus zwingenden Gründen dennoch kurzzeitig Schülerinnen und Schüler ohne Aufsicht in einem Fachraum lassen, muss sie oder er die zur Unfallverhütung erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen treffen. Die Bedienung eines Durchreicheabzugs von der Rückseite ist zulässig, wenn der Zugang durch eine unmittelbar daneben liegende Tür erfolgt.

Bevor experimentiert wird, hat sich die Lehrerin oder der Lehrer mit der Handhabung der Geräte und dem Reaktionsablauf vertraut zu machen.

Bei Chemikalien sind Geschmacksproben und Auftragen auf die Haut verboten.

Versuche an Schülern
- Versuche an Schülern dürfen nur durchgeführt werden, wenn eine Schädigung des Organismus ausgeschlossen ist und die hygienischen Erfordernisse gewährleistet sind.
- Blutentnahme bei Schülern ist nicht erlaubt.
- Bei Abnahme elektrophysiologischer Signale (EKG, EEG) dürfen nur Geräte eingesetzt werden, die der Medizingeräteverordnung entsprechen oder vollständig vom Stromnetz getrennt betrieben werden und an denen keine berührungsgefährlichen Spannungen auftreten können.
- Experimente mit ionisierenden Strahlen an Schülern sind verboten.
- Versuche mit berührungsgefährlichen Spannungen an Schülern sind verboten (Zur Definition siehe Teil I – 11.1)

I – 3 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

I – 3.1 Begriffsbestimmungen

I – 3.1.1 Gefahrstoffe

Nach § 2 Abs. 1 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) sind Gefahrstoffe
1. gefährliche Stoffe und Zubereitungen nach § 3a des Chemikaliengesetzes sowie Stoffe und Zubereitungen, die sonstige chronisch schädigende Eigenschaften besitzen.
   Gefährliche Stoffe und gefährliche Zubereitungen nach § 3a Abs. 1 des Chemikaliengesetzes sind charakterisiert durch die Gefährlichkeitsmerkmale:
   1. explosionsgefährlich,
   2. brandfördernd,
   3. hochentzündlich,

4. leichtentzündlich,
5. entzündlich,
6. sehr giftig,
7. giftig,
8. gesundheitsschädlich,
9. ätzend,
10. reizend,
11. sensibilisierend,
12. krebserzeugend,
13. fortpflanzungsgefährdend,
14. erbgutverändernd,
15. umweltgefährlich.

2. Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die explosionsfähig sind.
   Ein Beispiel für ein explosionsfähiges Stoffgemisch ist Mehlstaub.
3. Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, aus denen bei der Herstellung oder Verwendung Stoffe oder Zubereitungen nach Nummer 1 oder 2 entstehen oder freigesetzt werden können; z.B entstehen beim Verwenden von Schweißelektroden/Schweißdrähte Schweißrauche und Schweißgase.
4. Stoffe und Zubereitungen, die die Kriterien nach den Nummern 1-3 nicht erfüllen, aber aufgrund ihrer physikalisch-chemischen, chemischen oder toxischen Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz vorhanden sind oder verwendet werden, die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten gefährden können..
   Beispiele hierfür sind:
   - narkotisch wirkend: Narkosegase
   - erstickend: Stickstoff, Kohlenstoffdioxid
   - tiefkalt: flüssige Gase, Trockeneis
   - heiß: flüssiges Eisen, Wasserdampf
   - erhöhter Druck: Flüssigkeiten, Gase, Dämpfe
   - chronisch schädigend: Feinstäube
   - vorschädigend: Wasser bei Feuchtarbeit
5. Alle Stoffe denen ein Arbeitsplatzgrenzwert zugewiesen wurde.

I – 3.1.2 Stoffe

Stoffe sind Elemente oder chemische Verbindungen, wie sie natürlich vorkommen oder hergestellt werden, einschließlich der zur Wahrung der Stabilität notwendigen Zusatzstoffe und der durch das Herstellungsverfahren bedingten Verunreinigungen, mit Ausnahme von Lösemitteln, die von dem Stoff ohne Beeinträchtigung seiner Stabilität und ohne Änderung seiner Zusammensetzung abgetrennt werden können (§ 3 ChemG).

I – 3.1.3 Zubereitungen

Zubereitungen sind aus zwei oder mehreren Stoffen bestehende Gemenge, Gemische oder Lösungen. (§ 3 ChemG).

I – 3.1.4 Erzeugnisse

Erzeugnisse sind Gegenstände, die bei der Herstellung eine spezifische Form oder Gestalt erhalten, die in größerem Maße als die chemische Zusammensetzung ihre Funktion bestimmen. (§ 3 ChemG).

Erzeugnisse im oben genannten Sinne sind z.B. Spanplatten, Platinen, Akkumulatoren.

I – 3.1.5 Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

Der Arbeitsplatzgrenzwert ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische

schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind (§ 2 Abs. 7 GefStoffV).

I – 3.1.6 Biologischer Grenzwert (BGW)

Der biologische Grenzwert ist der Grenzwert für die toxikologisch-arbeitsmedizinisch abgeleitete Konzentration eines Stoffes, seines Metaboliten oder eines Beanspruchungsindikators im entsprechenden biologischen Material, bei dem im Allgemeinen die Gesundheit eines Beschäftigten nicht beeinträchtigt wird (§ 2 Abs. 8 GefStoffV).

I – 3.1.7 Tätigkeit

Eine Tätigkeit ist jede Arbeit, bei der Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse im Rahmen eines Prozesses einschließlich Produktion, Handhabung, Lagerung, Beförderung, Entsorgung und Behandlung verwendet werden oder verwendet werden sollen oder bei der Stoffe oder Zubereitungen entstehen oder auftreten. Hierzu gehören insbesondere das Verwenden im Sinne des § 3 Nr. 10 des Chemikaliengesetzes sowie das Herstellen. Tätigkeiten im Sinne dieser Verordnung sind auch Bedien- und Überwachungsarbeiten, sofern diese zu einer Gefährdung von Beschäftigten durch Gefahrstoffe führen können (§ 2 Abs. 4 GefStoffV).

I – 3.1.8 Aufbewahren

Aufbewahren ist der Oberbegriff für Bereithalten und Lagern.

I – 3.1.9 Bereithalten

Bereithalten ist das kurzzeitige vorübergehende Aufbewahren (längstens 24 Stunden) in der für den Fortgang der Arbeit erforderlichen Menge bei oder in der Nähe von Arbeitsplätzen, um abgefüllt, bearbeitet, transportiert, verarbeitet oder vernichtet zu werden.

I – 3.1.10 Bereitstellen von Druckgasbehältern

Als Bereitstellen von Druckgasbehältern gilt, wenn gefüllte Druckgasbehälter an den zum Entleeren vorgesehenen Stellen an Entnahmeeinrichtungen (Druckminderer) angeschlossen sind.

I – 3.1.11 Lagern

Lagern ist das Aufbewahren zur späteren Verwendung sowie zur Abgabe an Andere. Es schließt die Bereitstellung zur Beförderung ein, wenn die Beförderung nicht binnen 24 Stunden nach der Bereitstellung oder am darauf folgenden Werktag erfolgt (§ 2 Abs. 5 GefStoffV).

I – 3.1.12 Einstufung

Einstufung ist die Zuordnung zu einem oder mehreren Gefährlichkeitsmerkmalen; diese Gefährlichkeitsmerkmale sind in Teil III – 2.5 Gefahrensymbole, Gefahrenbezeichnungen der vorliegenden Sicherheitsrichtlinie aufgeführt (§ 3 ChemG).

I – 3.1.13 Arbeitgeber

Entsprechend den Zuständigkeitsregelungen im Schulwesen tragen die Arbeitgeberverantwortung

- für Organisation, Inhalte und Durchführung des Unterrichts die
- Kultusverwaltung des Landes,
- vor Ort der Schulleiter. Die Übertragung der Arbeitgeberverantwortung auf den Schulleiter erfolgt dabei nach Landesrecht.

- für Bau, Ausstattung, Ver- und Entsorgung mit/von Verbrauchsmaterialien in der Regel der Sachkostenträger.

I – 3.1.14 Beschäftigte

Zu den Beschäftigten in den Schulen zählen Lehrkräfte und sonstige Personen (z.B. technische Assistenten und Assistentinnen). Schülerinnen und Schüler sind den Beschäftigten im Sinne der Gefahrstoffverordnung (nach § 2 Abs. 6 GefStoffV) gleichgestellt.

I – 3.2 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung – Pflichten der Schulleiterin, des Schulleiters, der Lehrerinnen und Lehrer

Der Arbeitgeber – vor Ort vertreten durch den Schulleiter – ist verantwortlich, dass

- die Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV und nach § 3 Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ durchgeführt und dokumentiert wird,
- die erforderlichen Schutz- und Hygienemaßnahmen getroffen werden,
- die Betriebsanweisungen erstellt werden,
- die Unterweisung von Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte und ggf. sonstigen Beschäftigten (z.B. Reinigungspersonal, Hausmeisterin, Hausmeister - siehe I - 3.16.2) erfolgt.

Für Schulleiterinnen und Schulleiter besteht die Möglichkeit bestimmte Aufgaben, die sich aus dieser Verantwortung ergeben, auf Lehrkräfte schriftlich zu übertragen, die in ihrem Bereich eigenverantwortlich tätig werden. Die Aufgabenübertragung bedarf der Schriftform und der Zustimmung der Lehrkraft. Die Aufgabenübertragung entbindet die Schulleiterinnen und Schulleiter jedoch nicht von ihrer Aufsichts- und Organisationsverantwortung, die nach Landesrecht geregelt ist.

Für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Unterrichts ist die Lehrkraft verantwortlich.

Entsprechend den Zuständigkeitsregelungen im Schulwesen tragen die Sachkostenträger Verantwortung für Bau und Ausstattung der Schulen sowie Ver- und Entsorgung mit bzw. von Verbrauchsmaterialen.

I – 3.2.1 Informationsermittlung

Die Schulleiterin oder der Schulleiter hat sich die für diese Aufgabe notwendigen Informationen über die gefährlichen Eigenschaften der Stoffe oder Zubereitungen zum Gesundheitsschutz und zur Sicherheit beim Hersteller, Inverkehrbringer oder bei anderen ohne weiteres zugänglichen Quellen zu beschaffen. Soweit geeignet, gehört zu diesen Informationen die DGUV Regel 2004, D-GISS, Sicherheitsdatenblatt, GESTIS-Stoffdatenbank.

Die GESTIS-Stoffdatenbank kann unter www.dguv.de/ifa/Stoffdatenbank eingesehen werden. Die DGUV Regel 2004 („Gefahrstoffliste“) kann unter www.dguv.de/inhalt/praevention/themen_a_z/gefahrstoffe heruntergeladen werden.

Die auf den Originalbehältern der Hersteller oder Inverkehrbringer befindlichen Kennzeichnungen und deren Chemikalienkataloge enthalten in der Regel die erforderlichen Angaben zu den stoffspezifischen Gefährdungen. Auf diese Angaben dürfen sich die Schulleiterinnen, Schulleiter, Lehrerinnen und Lehrer nach Prüfung auf offensichtliche Fehler verlassen.

Der Inverkehrbringer (d.h. Hersteller oder Vertreiber) von Stoffen und Zubereitungen hat der Schule auf Anfrage alle erforderlichen Informationen über die Gefahrstoffe zur Verfügung zu stellen. Stoffe und Zubereitungen, die von der Schule hergestellt worden sind, hat die Schule selbst einzustufen. Wenn keine Einstufung vorgenommen werden kann,

müssen zumindest aber die von den Stoffen oder Zubereitungen ausgehenden Gefährdungen für die Beschäftigten ermittelt werden. Dies gilt auch für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, die nicht gekennzeichnet sind oder die keinem Gefährlichkeitsmerkmal nach § 3a ChemG zugeordnet werden können, die aber aufgrund ihrer physikalischen, chemischen oder toxischen Eigenschaften und der Art und Weise sowie der Menge, wie sie am Arbeitsplatz verwendet werden bzw. vorhanden sind, eine Gefährdung für die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten darstellen können.

Die Schulen sind keine Inverkehrbringer im Sinne des Chemikaliengesetzes.

Die Schulleiterin oder der Schulleiter hat feststellen zu lassen, ob die verwendeten Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse bei Tätigkeiten, auch unter Berücksichtigung verwendeter Arbeitsmittel, Verfahren und der Arbeitsumgebung sowie ihrer möglichen Wechselwirkungen, zu Brand- oder Explosionsgefahren führen können, insbesondere, ob sie explosionsfähige Gemische bilden können.

Wenn nach dieser RISU verfahren wird, ist grundsätzlich kein Explosionsschutzdokument nach § 6 Betriebsicherheitsverordnung erforderlich.
Siehe hierzu auch Teil I – 3.12.9.

I – 3.2.2 Gefährdungsbeurteilung

Gemäß § 6 GefStoffV hat die Schulleiterin oder der Schulleiter zunächst festzustellen, ob die Beschäftigten (Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler) Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchführen oder ob Gefahrstoffe bei diesen Tätigkeiten entstehen oder freigesetzt werden. Ist dies der Fall, so hat sie/er dafür zu sorgen, dass alle hiervon ausgehenden Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten beurteilt werden (siehe I – 0).

Die Gefährdungsbeurteilung darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Fachkundige sind Lehrkräfte, die aufgrund ihrer Aus- oder Weiterbildung ausreichende Kenntnisse über Gefahrstoffe und Versuchsabläufe haben. Darüber hinaus müssen sie mit den Inhalten dieser RISU vertraut sein.

Die Schulleiterin oder der Schulleiter kann bei der Festlegung der zu treffenden Maßnahmen eine Gefährdungsbeurteilung übernehmen, die der Hersteller oder Inverkehrbringer von Stoffen oder Zubereitungen mitgeliefert hat, sofern die Tätigkeit entsprechend den dort gemachten Angaben und Festlegungen durchgeführt wird.

Die Schulleiterin oder der Schulleiter darf eine Tätigkeit mit Gefahrstoffen erst aufnehmen lassen, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung vorgenommen wurde und die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen wurden. Die Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren.

Siehe Teil I – 0 Allgemeine Anforderungen und Teil III – 2.4 Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung; eine Möglichkeit neben entsprechenden Katalogen der Unfallkassen und des Arbeitsmedizinischen Dienstes.

I – 3.2.3 Gefahrstoffverzeichnis

Die Schulleiterin oder der Schulleiter hat ein Verzeichnis aller verwendeten Gefahrstoffe zu führen, in dem auf die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter verwiesen wird. Das Verzeichnis muss allen betroffenen Beschäftigten zugänglich sein.

Laut TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ Abschnitt 4.7 sind im Gefahrstoffverzeichnis mindestens folgende Angaben erforderlich:

- Bezeichnung des Gefahrstoffes,
- Einstufung des Gefahrstoffes,
- Mengenbereich des Gefahrstoffes,

- Arbeitsbereiche, in denen mit dem Gefahrstoff umgegangen wird.

Die Angaben können in Dateiform gespeichert werden. Das Verzeichnis ist bei wesentlichen Änderungen fortzuschreiben und einmal jährlich zu überprüfen.

Dieses Verzeichnis kann z.B. mit Hilfe einer Gefahrstoffdatenbank oder der DGUV Regel 2004 geführt werden.

Bei der Einstufung des Gefahrstoffes können die Gefahrenbezeichnungen mit den dazugehörigen R-Sätzen genannt werden. Dabei genügt die Angabe des Kennbuchstabens der Gefahrenbezeichnung (z.B. T) und die Nummer des R-Satzes (z.B. R 34), wenn aus einer allgemein zugänglichen tabellarischen Übersicht der zugehörige Text ersichtlich ist (*siehe GUV-SI 8539 Gefahrstoffplakat)*.

Siehe Teil III – 2.5.1 Gefahrensymbole, Gefahrenbezeichnungen und Teil III – 2.5.2 Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze)

Die Gefahrstoffvorräte sind auf ordnungsgemäße Kennzeichnung und einwandfreien Zustand regelmäßig, mindestens aber einmal im Jahr zu überprüfen. Bei fehlender oder unzureichender Kennzeichnung sind die Behältnisse entsprechend nach zu kennzeichnen. Nicht mehr zulässige, nicht identifizierbare oder entbehrliche Stoffe sind ordnungsgemäß und sachgerecht zu entsorgen.

Zur Entsorgung siehe Teil I – 3.13 und Teil III – 2.6 Entsorgung von Gefahrstoffabfällen in Schulen.

Hinsichtlich Klassifizierung und zulässiger Lagermengen entzündbarer/entzündlicher Flüssigkeiten siehe Teil I – 3.12.10 sowie Teil III – 1.2.

I – 3.2.4 Substitution

Gemäß der TRGS 600 „Substitution“ ist in der Gefährdungsbeurteilung immer zu prüfen, ob Stoffe, Zubereitungen, Erzeugnisse oder Ersatzverfahren, mit denen in der Schule Tätigkeiten durchgeführt werden, durch solche mit weniger gefährlichen Eigenschaften ersetzt werden können. Das Ergebnis dieser Substitutionsprüfung ist in einer Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung festzuhalten.

Die in der DGUV Regel 2004 unter der Spalte „Tätigkeitsbeschränkung“ mit „ESP“ (Ersatzstoffprüfung) gekennzeichneten Stoffe sind nach Möglichkeit zu substituieren, die mit „-S“ (Schülerversuch) gekennzeichneten Stoffe sind für Schülerexperimente nicht erlaubt.

Insbesondere sind die Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungen nach Teil I - 3.5 bis I – 3.7 zu beachten.

Bei Farben und Lacken sind z.B. Zubereitungen mit organischen Lösemitteln möglichst durch Zubereitungen auf Wasserbasis zu ersetzen.

Pikrinsäure darf an Schulen nicht aufbewahrt werden und ist durch einen weniger gefährlichen Stoff zu ersetzen. Für die Direktfärbung von Fasern kann als Ersatzstoff 2,4-Dinitrophenol verwendet werden, das Anfärben in der Histologie nach dem Verfahren von van Gieson ist durch andere Farbstoffe möglich.

I – 3.3 Maßnahmenkonzept nach Gefahrstoffverordnung

In den §§ 6 bis 12 GefStoffV werden die erforderlichen Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen beschrieben. Die erforderlichen Maßnahmen richten sich nach dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV.

Dieses Maßnahmenkonzept ist ein Hilfsmittel zur Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung. Das Maßnahmenkonzept stellt nicht das Ergebnis, sondern den Ausgangspunkt der Gefährdungsbeurteilung dar. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung wird u. a. geprüft, ob die zugeordneten Maßnahmen ausreichend sind.
Die Maßnahmen, die dem Arbeitgeber zur Auswahl stehen, entsprechen dem Gefährdungspotenzial des Stoffes bzw. der Zubereitung: Je höher die Gefährdung, die von Gefahrstoffen ausgehen kann, desto umfangreicher fallen die Schutzmaßnahmen aus.

Die Auswahl von Maßnahmen für besondere Gefährdungen, z.B. physikalisch-chemische (wie entzündlich, brandfördernd) und solche, die auf Grund bestimmter, nicht gekennzeichneter Eigenschaften von Gefahrstoffen (z.B. erstickend, tiefkalt) entstehen, kann nicht mit dem Maßnahmenkonzept festgelegt werden.
Maßnahmen zum Schutz vor physikalisch-chemischen Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind in der GefStoffV separat beschrieben (§ 11 GefStoffV).

I – 3.4 Maßnahmen nach §§ 8 - 10 der Gefahrstoffverordnung

Die Maßnahmen der Kapitel I – 3.4.1 bis I – 3.4.4 bauen aufeinander auf, das heißt, die Maßnahmen der jeweils vorausgehenden Kapitel sind auch anzuwenden.

I – 3.4.1 Geringe Gefährdung „Grundsätze für die Verhütung von Gefährdungen"

(§ 6 Abs. 11 GefStoffV)

Zunächst werden Mindeststandards für eine gute Arbeitspraxis bei Tätigkeiten mit Arbeitsstoffen, unabhängig davon, ob es sich um gefährliche Stoffe handelt, beschrieben.
Andererseits stellen diese Grundsätze eine Maßnahmenerleichterung für Tätigkeiten dar, wenn aufgrund

- der dem Gefahrstoff zuordneten Gefährlichkeitsmerkmale
- einer geringen verwendeten Stoffmenge,
- der Arbeitsbedingungen,
- einer nach Art, Dauer und Ausmaß niedrigen Exposition insgesamt eine geringe Gefährdung besteht und
- die Maßnahmen nach § 8 GefStoffV ausreichend sind.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist zu prüfen, welche der folgenden Maßnahmen zur Minimierung der Gefährdung erforderlich sind:

- Gestaltung der Schüler- und Lehrerarbeitsplätze und der Arbeitsorganisation,
- Bereitstellung geeigneter Arbeitsmittel,
- Begrenzung der Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die Gefahrstoffen ausgesetzt sind,
- Begrenzung der Dauer und des Ausmaßes der Exposition,
- angemessene Hygienemaßnahmen, insbesondere regelmäßige Reinigung des Arbeitsplatzes,
- Begrenzung der an den Arbeitsplätzen vorhandenen Gefahrstoffe auf die erforderliche Menge,
- Vorkehrungen für die sichere Handhabung, Lagerung und Beförderung von Gefahrstoffen und von Abfällen, die Gefahrstoffe enthalten.

Auf das Erstellen einer Betriebsanweisung (siehe Teil I – 3.16) kann verzichtet werden.
Auf eine detaillierte Dokumentation kann bei Tätigkeiten mit geringer Gefährdung verzichtet werden.
Eine Ersatzstoffprüfung kann auch bei geringer Gefährdung sinnvoll sein, um das Verwenden eines Gefahrstoffes vermeiden zu können.

Um die gute Arbeitspraxis in der Schule zu erfüllen, sind die Anforderungen der Checkliste „Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit chemischen Arbeitsstoffen – Teil III – 2.4.5" als Mindeststandard umzusetzen.

Auch bei Stoffen mit Totenkopfsymbol kann bei geeigneten Bedingungen eine geringe Gefährdung vorliegen.

Beispiele für Tätigkeiten mit geringer Gefährdung in der Schule sind das Kleben von Materialien im Unterricht mit lösemittelhaltigen Klebstoffen in geringem Umfang (z.B. mit Klebstofftuben). Löten mit bleifreiem Lot. Arbeiten mit Gips. Verarbeiten von Dispersionsfarben. Auftragen eines Tropfens verdünnter Nitrotoluollösung auf eine DC-Platte.
Siehe Teil III – 2.4.

I – 3.4.2 Mittlere Gefährdung Allgemeine Schutzmaßnahmen (§ 8 GefStoffV)

Liegen die vereinfachenden Randbedingungen von Teil I – 3.4.1 nicht vor, so ist § 8 GefStoffV anzuwenden. Dies ist in der Regel der Fall bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, wenn sichergestellt ist, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden und durch die hier beschriebenen Schutzmaßnahmen keine Gefährdung durch Haut- oder Augenkontakt stattfinden kann:
In § 8 GefStoffV werden allgemeine Schutzmaßnahmen beschrieben.

Danach
- sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung Ersatzstoffe und weniger gefährliche Arbeitsverfahren nach Möglichkeit einzusetzen,
- ist die Expositionsminderung an der Quelle (z.B. Abzug, Entstauber bei Holzbearbeitungsmaschinen, Entlüftung an Brennöfen nach außen) zu gewährleisten,
- ist die Vermeidung von Hautkontakt sicherzustellen,
- sind persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrille, ggf. Schutzhandschuhe) bereitzustellen und zu benutzen,
- ist zu ermitteln, ob die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden.

Die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes muss sichergestellt werden. Die Überprüfung erfolgt durch eine Messung oder ein anderes gleichwertiges Beurteilungsverfahren. Auch auf die Möglichkeit von Analogiebetrachtungen wird hingewiesen.

Bei Anwendung der in dieser Regel beschriebenen Maßnahmen kann davon ausgegangen werden, dass eine Einhaltung der Grenzwerte im Unterricht bei schulüblichen Tätigkeiten (ml- bzw. g-Bereich) gewährleistet ist.

Von Arbeitsplatzmessungen kann z.B. abgesehen werden, wenn die Tätigkeiten in einem eingeschalteten, funktionstüchtigen Abzug durchgeführt werden und dadurch eine Exposition über die Atemluft vermieden wird.

Die Ersatzstoffsuche setzt sich aus folgenden Schritten zusammen:

1. Ersatzstoffe und technisch geeignete Arbeitsverfahren ermitteln,
2. Risikovergleich durchführen (z.B. Substitution eines ätzenden Stoffes durch einen reizenden Stoff),
3. Verhältnismäßigkeit/Zumutbarkeit der Ersatzstoffe und Arbeitsverfahren prüfen.

Beispiele: für Tätigkeiten mit mittlerer Gefährdung: Titration von Säuren mit der Konzentration von ca. c = 1 mol/Liter mit Natriumhydroxidlösung, Herstellen einer Bariumchloridlösung.

I – 3.4.3 „Ergänzende Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit hoher Gefährdung“ (§ 9 GefStoffV)

Ist bei hautresorptiven oder haut- oder augenschädigenden Gefahrstoffen trotz der Maßnahmen nach I – 3.4.2 eine Gefährdung durch Haut- und Augenkontakt gegeben oder handelt es sich um Gefahrstoffe mit der Kennzeichnung T und T+ bei denen eine inhalative Gefährdung besteht, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen nach § 9 GefStoffV erforder-

lich., Für krebserzeugenden, erbgutverändernde und fruchtbarkeitsgefährdende Stoffen siehe I – 3.4.4.

Der § 9 GefStoffV beinhaltet ergänzende Schutzmaßnahmen bei hoher Gefährdung, die in folgender Rangfolge umzusetzen sind:

- Substitution (Ersatzstoffe und Ersatzverfahren). Ein Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden.
- Wenn Substitution nicht möglich: Einsatz geschlossener Systeme.
- Können Verfahren in geschlossenen Apparaturen/Systemen nicht durchgeführt werden, dann müssen Arbeitsverfahren mit geringer Exposition (z.B. Arbeiten im Abzug) gewählt werden.

Zudem bestehen organisatorische Anforderungen, z. B bei der Lagerung (siehe Teil I – 3.12.6).

Beispiele für diese Tätigkeiten sind Experimente im naturwissenschaftlich-technischen Fachunterricht mit starken konzentrierten Säuren, giftigen oder sehr giftigen Stoffen, z.B. mit konzentrierter Salzsäure, Schwefeldioxid, Chlor oder Brom.

I – 3.4.4 Sehr hohe Gefährdung: Besondere Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Gefahrstoffen (§ 10 GefStoffV)

Der § 10 GefStoffV fordert Schutzmaßnahmen für krebserzeugende, erbgutverändernde, fruchtbarkeitsgefährdende Gefahrstoffe der Kategorien 1 oder 2, die über die in den §§ 8-9 GefStoffV hinausgehen.
Der Schutzaufwand für krebserzeugende, erbgutverändernde und fruchtbarkeitsgefährdende Gefahrstoffe der Kategorie 1 und 2 ist für die Schulen sehr hoch, es ist daher äußerst wichtig, Aufwand und Nutzen für den Unterricht sehr sorgfältig abzuwägen.
Die Tätigkeiten mit den meisten dieser Stoffe sind in der Schule verboten, siehe I – 3.5.1.
Bei diesen Experimenten und Gefahrstoffen gilt es natürlich ganz besonders, alle technischen, organisatorischen und ggf. personenbezogenen Schutzmaßnahmen auszuschöpfen, um eine Exposition der Beschäftigten ganz zu vermeiden oder auf ein Minimum zu reduzieren.
Wenn der Grenzwert nachweislich eingehalten ist, sind die Maßnahmen des § 10 GefStoffV nicht mehr anzuwenden; die Maßnahmen der §§ 8-9 GefStoffV werden dann als ausreichend angesehen.

I – 3.5 Allgemeine Verwendungsverbote für Lehrerinnen, Lehrer, Schülerinnen, Schüler und sonstige Beschäftigte

I – 3.5.1 Krebserzeugende, erbgutverändernde oder fruchtbarkeitsgefährdende Gefahrstoffe

Krebserzeugende und erbgutverändernde Stoffe der Kategorien 1 und 2 (vgl. Teil III – 2.5) dürfen bis auf wenige Ausnahmen im Unterricht nicht verwendet werden. Ausgenommen sind für Lehrerexperimente die krebserzeugenden Stoffe in nachfolgender Tabelle 1 und krebserzeugende Stoffe, die bei chemischen Reaktionen in geringen Mengen als Reaktionsprodukte oder Reaktionsnebenprodukte entstehen, siehe nachfolgende Tabelle 2.

Vor der Verwendung hat zwingend eine Prüfung auf Ersatzstoffe zu erfolgen (vgl. Teil I – 3.2.4). Bei Tätigkeiten muss ganz besonderer Wert auf die Einhaltung der erforderlichen Schutzmaßnahmen (z.B. Arbeiten in geschlossenen Systemen oder im Abzug) und auf eine umweltschonende Entsorgung gelegt werden (§ 8 Abs. 6 GefStoffV).

Die besondere Prüfung auf Ersatzstoffe gilt auch für reproduktionstoxische Stoffe der Kategorien 1 und 2.

Auf die besonderen Vorschriften für gebärfähige Frauen, werdende und stillende Mütter wird hingewiesen: siehe Teil I – 3.7.
Siehe Teil III–8 Herstellungs- und Verwendungsverbote nach § 16 GefStoffV.

Entsprechende Schutzmaßnahmen gemäß Teil I – 3.4.4 sind bei den Experimenten einzuhalten.

Tabelle 1:

Krebserzeugende Stoffe, die Lehrkräfte in bestimmten Fällen verwenden dürfen

Krebserzeugender Stoff	Einstufung	H, S	Anwendungsbeschränkungen
Acrylnitril	K 2	H	Als Edukt zur Polymerisation verwenden
Beryllium als Metall	K 2 R 49	S	Staubbildung vermeiden
Cadmium	K 2 R49		Staub- und Aerosolbildung vermeiden
Cadmiumsulfat	K2 R 49		Als Fällungsreagens in der Analytik verweden
Lösliche Chrom(VI)-Verbindungen[1]	K 2 R 49	S	Staub- und Aerosolbildung vermeiden
Cobaltchlorid, Cobaltnitrat	K 2 R 49	S	Staub- und Aerosolbildung vermeiden; nur als Fällungsreagens in der Analytik einsetzen.
1,2-Dibromethan	K 2	H	Als Edukt zur Herstellung von Ethen und als Reaktionsprodukt erlaubt.
1,2-Dichlorethan	K 2		Nur als Edukt zur Herstellung von Ethen und als Reaktionsprodukt erlaubt.
Dinitrotoluole (Isomerengemische)	K 2	H	Reaktionsprodukte aus der Nitrierung von Toluol - als Ersatzstoff für Benzol; als Vergleichssubstanz für Dünnschichtchromatographie.
Erdöldestillate (Erdölextrakte) und deren Rückstände	K 2		Erdöldestillation, Untersuchung von Kohlenwasserstoffen (Flammprobe, ungesättigte Kohlenwasserstoffe, GC).
Ottokraftstoffe	K1/K2		Wenn kein Ersatzstoff möglich ist, z.B. für den Betrieb von Verbrennungsmotoren erlaubt.
Hydrazin als Hydrazinhydrat	K 2	H, S	Zur Verwendung in der Brennstoffzelle erlaubt.
Kaliumbromat	K 2	H, S	Zur Verwendung als Maßlösung in der Analytik erlaubt.
2-Nitronaphthalin	K 2		Als Produkt bei der Nitrierung von Naphthalin erlaubt als Ersatzstoff für Benzol Als Vergleichssubstanz für Dünnschichtchromatographie einsetzbar.
2-Nitrotoluol	K 2	H	Als Produkt bei der Nitrierung von Toluol erlaubt Als Vergleichssubstanz für Dünnschichtchromatographie einsetzbar.
Phenolphthalein	K2		Als Produkt und für die Herstellung von Indikatorlösungen erlaubt.
Thioacetamid	K 2		In der Analytik erlaubt.
o-Toluidin	K 2	H	Zur Verwendung in der Analytik, z.B. zur photometrischen Bestimmung von Glucose erlaubt.
Trichlormethan	K2	H	Als Reagens, z.B. in der Friedel-Crafts-Reaktion in geschlossenen Apparaturen erlaubt.

K 1: Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken (z.B. anhand von epidemiologischen Studien).
K 2: Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten (z.B. aufgrund von Tierversuchen).
H: Gefahr der Hautresorption; Schutzhandschuhe tragen.
S: Gefahr der Sensibilisierung, d.h. die Stoffe lösen in überdurchschnittlichem Maße Überempfindlichkeitsreaktionen allergischer Art aus.
R 49: Kann Krebs erzeugen beim Einatmen.

Tätigkeiten mit Azofarbstoffen in der Schule:

Die in der Schule verwendeten Azofarbstoffe (z.B. Methylorange, Methylrot) werden durch chemische Reduktionsmittel bzw. im Körper durch Darmbakterien und Azoredukta-

[1] Der "Vulkanversuch" mit Ammoniumdichromat ist untersagt (Bildung von Chrom(III)-chromat).

sen der Leber reduktiv in nicht krebserzeugende Amine gespalten. Der Umgang mit ihnen ist daher in der Schule zulässig.

Die Synthese von Azofarbstoffen ist nur dann zulässig, wenn hierzu keine krebserzeugenden Substanzen verwendet werden.

Quarzstaub

Quarzhaltiger Staub ist nach TRGS 906 als krebserzeugend eingestuft.
Die Bearbeitung von quarzhaltigen mineralischen Werkstoffen wie Sandstein oder Granit ist unter Beachtung folgender Maßnahmen erlaubt:

- regelmäßige Nassreinigung der Geräte und Räume,
- nur nass schleifen oder schneiden,
- für gute Lüftung sorgen.

Ottokraftstoff

Wenn kein Ersatzstoff möglich ist, z.B. für den Betrieb von Verbrennungsmotoren, sind Tätigkeiten mit Ottokraftstoff erlaubt. Ein Hautkontakt ist unbedingt zu vermeiden.

Krebserzeugende und erbgutverändernde Stoffe als Reaktionsprodukte in Lehrer- und Schülerexperimenten

Bei manchen Reaktionen können geringe Mengen krebserzeugender und erbgutverändernder Stoffe entstehen. Beim Arbeiten mit kleinstmöglichen Ansätzen dürfen unter Beachtung der entsprechenden Schutzmaßnahmen Lehrer- und Schülerexperimente durchgeführt werden.

Tabelle 2: Experimente, bei denen krebserzeugende und erbgutverändernde Stoffe in geringen Mengen entstehen können

Experiment	krebserzeugender / erbgutverändernder Stoff	Einstufung	H
Nachweis der Ethen-Doppelbindung mit Bromwasser: 1% < w < 5%	1,2-Dibromethan	K 2	H
Brennprobe von Polyacrylnitril	Acrylnitril	K 2	H
Reaktion von Ethanol und Schwefelsäure	Diethylsulfat (Nebenprodukt)	M 2, K 2	H
Kohle-Pyrolyse	Braun- bzw. Steinkohleteer (Benzo[a]pyren als Bezugssubstanz)	K 2 M 2	
Pyrolyse organischer Stoffe	Pyrolyseprodukte aus organischem Material	K 1 / K 2	
Untersuchung von Autoabgasen	Dieselmotor-Emissionen	K 2	

Erläuterungen zu den Abkürzungen K und H siehe vorstehende Tabelle 1

M 2: Stoffe, die als erbgutverändernd für den Menschen angesehen werden sollten.

I – 3.5.2 Umweltgefährliche Gefahrstoffe

Gemäß Artikel 4 der EG-Verordnung 2037/2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, dürfen in Schulen vollhalogenierte aliphatische (C_1 bis C_3) Fluorchlorkohlenwasserstoffe, Halone (wie Trifluorbrommethan), Tetrachlorkohlenstoff, 1,1,1-Trichlorethan, teilhalogenierte aliphatische (C_1 bis C_3) Fluorbromkohlenwasserstoffe (wie Monofluordibrommethan), Chlorbrommethan, Brommethan nicht verwendet werden.

I – 3.5.3 Sonstige Stoffe

Weißer Phosphor darf an der Schule nicht aufbewahrt bzw. gelagert werden.

I – 3.6 Tätigkeitsbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler

I – 3.6.1 Generell dürfen Schülerinnen und Schüler Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nur dann verrichten, wenn dies zur Erreichung ihres Ausbildungsziels erforderlich ist, ihr Schutz durch die Aufsicht einer/s Fachkundigen gewährleistet ist und der Arbeitsplatzgrenzwert bei gefährlichen Stoffen, Zubereitungen oder Erzeugnissen unterschritten wird (vgl. § 2 Abs. 3 in Verbindung mit § 22 Abs. 2 JArbSchG).

Das Jugendarbeitsschutzgesetz erlaubt Tätigkeiten mit diesen Stoffen, wenn das Ausbildungsziel nicht anders erreichbar ist. Dies enthebt nicht von der Verpflichtung zur Ersatzstoffprüfung.

Schülerinnen und Schüler dürfen im Rahmen von Schülerexperimenten mit Ausnahme der in Tabelle 2 aufgeführten krebserzeugenden und erbgutverändernden Reaktionsprodukte nicht mit sehr giftigen oder explosionsgefährlichen Gefahrstoffen sowie nicht mit krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Gefahrstoffen der Kategorien 1 und 2 umgehen.

Einzelne Tätigkeiten, bei denen krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Gefahrstoffe nicht bioverfügbar sind, z.B. mit Bleiacetat-, Cobaltchlorid-Papier, Chromattitration und die Verwendung von Bleiplatten in Bleiakkumulatoren, sind in Schülerexperimenten möglich.

Das Gefahrenpotenzial sehr giftiger und giftiger Stoffe kann durch Verdünnung verringert werden. Siehe DGUV Regel 2004, Spalte „Einstufung/Verdünnung“.

I – 3.6.2 Schülerinnen und Schüler dürfen ab der 10. Jahrgangsstufe im Rahmen von Schülerexperimenten mit hochentzündlichen/extrem entzündbaren flüssigen Gefahrstoffen umgehen.

Schülerinnen und Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 4 dürfen nur Tätigkeiten mit geringer Gefährdung verrichten. Tätigkeiten mit entzündlichen/entzündbaren Flüssigkeiten sind nicht erlaubt.

Die Tätigkeitsbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler sind in der Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Tätigkeitsbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler

Einstufung des Gefahrstoffes	Beispiele	Schülerexperimente bis einschließlich Jahrgangsstufe 4	Schülerexperimente ab der Jahrgangsstufe 5
1. sehr giftig[2] **T+**	Brom weißer Phosphor Kaliumcyanid	nicht möglich	nicht möglich
2. giftig **T**	Kaliumnitrit Methanol Bariumchlorid w > 25% Bromwasser w 1- 5%	nicht möglich	möglich
3. gesundheitsschäd lich **Xn**	Cyclohexanol Kupfersulfat Iodlösung	nur möglich, wenn eine geringe Gefährdung vorliegt	möglich
4. ätzend **C**	Natriumhydroxid Natriumsulfid Silbernitrat konz. Säuren	nicht möglich	möglich
5. reizend **Xi**	Essigsäure, 10 % ≤ w < 25 % Natronlauge, 0,5 % ≤ w < 2 % Salzsäure, 10 % ≤ w < 25 % Schwefelsäure, 5 % ≤ w < 15 %	nur möglich, wenn geringe Gefährdung vorliegt	möglich
6. explosionsgefährlich **E**	Schwarzpulver Kaliumchlorat-Mischungen mit entzündlichen/entzündbaren Stoffen	nicht möglich	nicht möglich
7. brandfördernd **O**	Kaliumnitrat Natriumiodat Kaliumpermanganat	nicht möglich	möglich
8. 8. hochentzündlich **F+**	Acetaldehyd Diethylether Methylformiat Pentan	nicht möglich	A) Flüssigkeiten möglich ab der Jahrgangs-stufe 10 B) Gase möglich, Ausnah-me siehe Fußnote[3]
9. leichtentzündlich **F**	Ethylacetat Octan Toluol	nicht möglich – Ausnahme siehe Fußnote[4]	möglich
9. krebserzeugend **T;** R 45, R 49	Acrylnitril K 2 Benzol K 1 1,2-Dibromethan K 2	nicht möglich	nicht möglich (Ausnahmen siehe Tabelle 2)
10. Verdacht auf krebs-erzeugende Wirkung **Xn;** R 40	Dichlormethan K 3 1,4-Dioxan K 3 Acetamid K 3	nicht möglich	möglich
11. erbgutverändernd **T;** R 46	Diethylsulfat K 2 M2	nicht möglich	nicht möglich (Ausnahmen siehe Tabelle 2)
12. Verdacht auf erbgutverändernde Wirkung **Xn;** R 68	o-, p-Aminophenol M 3 Ethen M 3	nicht möglich	möglich
13. Fortpflanzungs-gefährdend, fruchtschä-digend, entwicklungs--schädigend) (R_E) **T**; R 61,	Blei(II)-acetat R_E 1 Blei(II)-nitrat R_E 1 Blei(II)-oxid R_E 1	nicht möglich	nicht möglich ausgenommen, wenn nicht bioverfügbar
14. fortpflanzungsge-fährdend Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit (R_F) **T;** R 60	2-Brompropan R_F 1 Dibutylphthalat R_F 2	nicht möglich	nicht möglich ausgenommen, wenn nicht bioverfügbar

[2] Wie sehr giftige Stoffe zu behandeln sind Chlorate, Kalium, Natrium und Quecksilber. Thermometer, Manometer und andere Arbeitsmittel mit Quecksilber dürfen von Schülerinnen und Schülern nicht verwendet werden. Siehe Teil I - 3.12.6.

[3] Ausgenommen sind Tätigkeiten mit Wasserstoff aus Druckgasflaschen, -behältern oder -dosen.

[4] Tätigkeiten mit Klebern, Gelen oder Pasten, welche leicht entzündliche Stoffe enthalten, sind erlaubt.

Einstufung des Gefahrstoffes	Beispiele	Schülerexperimente bis einschließlich Jahrgangsstufe 4	Schülerexperimente ab der Jahrgangsstufe 5
15. Verdacht auf fortpflanzungsgefährdende Wirkung **Xn;** R 62, R 63	n-Hexan R_E 3, R_F 3	nicht möglich	möglich
16. umweltgefährliche Stoffe **N**	1-Bromhexan	möglich ausgenommen: vgl. I – 3.5.2	möglich ausgenommen: vgl. I – 3.5.2

K1	Kategorie 1:	Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken
K2	Kategorie 2:	Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden
K3	Kategorie 3:	Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben, über die jedoch nicht genug Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen, um einen Stoff in Kategorie 2 einzustufen
M1	Kategorie 1:	Stoffe, die auf den Menschen bekanntermaßen erbgutverändernd wirken
M2	Kategorie 2:	Stoffe, die als erbgutverändernd für den Menschen angesehen werden sollten
M3	Kategorie 3:	Stoffe, die wegen möglicher erbgutverändernder Wirkung auf den Menschen zu Besorgnis Anlass geben
R_F1	Kategorie 1:	Stoffe, die beim Menschen die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) bekanntermaßen beeinträchtigen
R_E1		Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) wirken
R_F2	Kategorie 2:	Stoffe, die als beeinträchtigend für die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen angesehen werden sollten
R_E2		Stoffe, die als fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) für den Menschen angesehen werden sollten
R_F3	Kategorie 3:	Stoffe, die wegen möglicher Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen zu Besorgnis Anlass geben
R_E3		Stoffe, die wegen möglicher fruchtschädigender (entwicklungsschädigender) Wirkung beim Menschen zu Besorgnis Anlass geben
R_F R_E		steht für die Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) steht für fruchtschädigend (entwicklungsschädigend)

I – 3.7 Besondere Vorschriften für gebärfähige Frauen, werdende oder stillende Mütter

Der Arbeitgeber muss rechtzeitig für jede Tätigkeit, bei der werdende oder stillende Mütter durch die chemischen Gefahrstoffe, biologischen Arbeitsstoffe, physikalischen Schadfaktoren, die Verfahren oder Arbeitsbedingungen nach Anlage 1 dieser Verordnung gefährdet werden können, Art, Ausmaß und Dauer der Gefährdung beurteilen (§ 1 Satz 1 der Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz (MuSchArbV)).

Nicht beschäftigt werden dürfen

1. werdende oder stillende Mütter mit sehr giftigen, giftigen, gesundheitsschädlichen oder in sonstiger Weise den Menschen chronisch schädigenden Gefahrstoffen, wenn der Grenzwert überschritten wird;
2. werdende oder stillende Mütter mit Stoffen, Zubereitungen oder Erzeugnissen, die ihrer Art nach erfahrungsgemäß Krankheitserreger übertragen können, wenn sie den Krankheitserregern ausgesetzt sind;

3. werdende Mütter mit krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen;
4. stillende Mütter mit Gefahrstoffen nach Nummer 3, wenn der Grenzwert überschritten wird;
5. gebärfähige Arbeitnehmerinnen beim Umgang mit Gefahrstoffen, die Blei oder Quecksilberalkyle enthalten, wenn der Grenzwert überschritten wird;
6. werdende oder stillende Mütter in Druckluft (Luft mit einem Überdruck von mehr als 0,1 bar).

(§ 5 Absatz 1 Satz 1 der Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz (MuSchArbV)).

- Zu den Nummern 1, 4 und 5:

Grenzwerte zu den Nummern 1, 4 oder 5 sind Arbeitsplatzgrenzwerte und Biologische Grenzwerte. Sie werden - sofern die nach Teil I – 3.4 erforderlichen Schutzmaßnahmen eingehalten werden und kein Hautkontakt mit hautresorptiven Gefahrstoffen stattfindet - im Rahmen des lehrplanmäßigen Unterrichts nicht überschritten. In diesem Sinne dürfen werdende oder stillende Mütter bzw. gebärfähige Frauen mit den in den o. g. Nummern 1, 4 oder 5 genannten Gefahrstoffen umgehen.

- Zu Nummer 3:

Werdende Mütter dürfen bei Demonstrationsexperimenten zusehen, sofern durch geeignete Schutzmaßnahmen eine Exposition ausgeschlossen ist (z.B. Abzug).

- Zu Nummer 5:

Unter Blei sind hier auch bleihaltige Gefahrstoffe wie Legierungen und Verbindungen zu verstehen.
Im Handel sind bleifreie Lote erhältlich, diese können z.B. unter der technischen Bezeichnung L-SnCu3, L-Sn98 oder als Handelsprodukt „Lötdrahtbleifrei“ bezogen werden. Auf Teil I – 3.2.4 wird verwiesen.

I – 3.8 Tätigkeiten mit hautresorptiven und sensibilisierenden Stoffen

Bei Tätigkeiten, bei denen ein direkter Hautkontakt mit hautresorptiven Stoffen/Zubereitungen möglich ist, muss eine geeignete persönliche Schutzausrüstung (z.B. Schutzhandschuhe) verwendet werden.

Für Stoffe und Zubereitungen, die als sensibilisierend eingestuft und mit den R-Sätzen

R42 „Sensibilisierung durch Einatmen möglich“,
R43 „Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich“

oder deren Kombination (R 42/43) gekennzeichnet sind, ist in besonderem Maße auf eine Minimierung der Gefährdung zu achten.

Zu den sensibilisierenden Stoffen gehören gemäß dem Verzeichnis für sensibilisierende Stoffe (TRGS 907) z.B. Epoxidharze, Isocyanate, Terpentinöl, Naturgummilatex.

Bei atemwegsensibilisierenden Stoffen gibt die Einhaltung von Arbeitsplatzgrenzwerten in der Regel keine Sicherheit gegen das Auftreten allergischer Reaktionen, daher ist das Minimierungsgebot von besonderer Bedeutung.

Der direkte Hautkontakt mit hautsensibilisierenden Stoffen ist zu vermeiden. Bei Tätigkeiten mit hautsensibilisierenden Stoffen sind geeignete Schutzhandschuhe zu tragen.

Die geeigneten Schutzmaßnahmen sind als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung auszuwählen.

I – 3.9 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Der Arbeitgeber hat arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen regelmäßig zu veranlassen, wenn bei Tätigkeiten mit den in Anhang, Teil 1, Abs. 1, Ziffer 1 der ArbMedVV genannten Gefahrstoffen der Arbeitsplatzgrenzwert nicht eingehalten wird oder, soweit diese Gefahrstoffe hautresorptiv sind, eine Gesundheitsgefährdung durch direkten Hautkontakt besteht oder sonstige Tätigkeiten nach Anhang, Teil 1, Abs. 1, Ziffer 2 durchgeführt werden. Des Weiteren sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen anzubieten bei Tätigkeiten mit den im Anhang, Teil 1, Abs. 1, Ziffer 1 genannten Gefahrstoffen, wenn eine Exposition besteht oder bei Tätigkeiten nach Anhang, Teil 1, Abs. 2, Ziffer 2.
Aus der Gefährdungsbeurteilung (vgl. Teil I – 3.2.2) ergibt sich, ob eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung zu veranlassen oder anzubieten ist.

Auf das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen kann verzichtet werden, wenn kein Hautkontakt mit hautresorptiven Gefahrstoffen stattfindet und eine Exposition vermieden wird (z.B. Arbeiten unter dem Abzug) bzw. die ubiquitäre Belastung nicht überschritten wird. Eine kurzzeitige Belastung ist nicht zwangsläufig als Überschreitung der ubiquitären Belastung zu bewerten. Bei Tätigkeiten mit Kleinstmengen kann davon ausgegangen werden, dass bei Einhaltung der notwendigen Schutzmaßnahmen arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nicht notwendig sind. Hier ist letztlich die fachkundig durchzuführende Gefährdungsbeurteilung entscheidend.

I – 3.10 Hygiene und Augenspülvorrichtung

In Unterrichtsräumen, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, darf nicht gegessen, getrunken, geraucht, geschminkt oder geschnupft werden.

Hiermit soll eine unbeabsichtigte Aufnahme von Gefahrstoffen in den Körper sowie das Entstehen von Bränden verhindert werden.

In Räumen, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird (z.B. Chemiefachräume), müssen ein Waschbecken mit Wasseranschluss, Seifenspender und Einmalhandtüchern vorhanden sein.

Zusätzlich muss in Fachräumen, in denen eine Gefährdung der Augen durch Verspritzen besteht, eine geeignete Handbrause bzw. Augenspülvorrichtung (Kaltwasseranschluss) vorhanden sein.

Bei der Verwendung von warmem Wasser besteht die Gefahr erhöhter Hautpermeabilität. Wenn die Handbrause die Funktion einer Augendusche übernehmen soll, muss die Wasserstrahlhöhe mindestens 15 cm und maximal 30 cm betragen, bevor der Wasserstrahl umkippt. Die Wassermenge muss mindestens 6 l/min bei 1 bar Fließdruck betragen. Beide Augen müssen gespült werden können. Die Handbrause bzw. Augenspülvorrichtung muss durch das Sicherheitskennzeichen „Augenspülvorrichtung“ gekennzeichnet sein.

Die Handbrause/Augenspülvorrichtung ist auch zur Durchführung von Erste-Hilfe-Maßnahmen erforderlich, z.B. bei Augenverätzungen, Kontamination mit Gefahrstoffen, Kleiderbränden.

Zum Pipettieren sind geeignete Pipettierhilfen bereitzustellen und zu benutzen. Pipettieren mit dem Mund ist verboten.

I – 3.11 Persönliche Schutzausrüstung

I – 3.11.1 Handschutz

Bei Arbeiten, die mit besonderen Gefahren durch chemische, mechanische oder thermische Einwirkungen für die Hände verbunden sind, müssen geeignete Schutzhandschuhe getragen werden.

Geeignete Handschuhe zum Schutz vor mechanischen Einwirkungen (z.B. Umgang mit Glasgeräten) bestehen aus Leder oder speziellen Chemiefasern; gleiche Schutzwirkung kann durch die Verwendung von Textilhandtüchern gegeben sein.

Handschuhe zum Schutz vor thermischen Einwirkungen bestehen in der Regel aus speziellen Chemiefasern. Asbesthaltige Schutzhandschuhe sind verboten.

I – 3.11.2 Augenschutz

Bei den Arbeiten, die mit einer Gefährdung der Augen verbunden sind, muss geeigneter Augenschutz getragen werden.

Eine Gefährdung der Augen ist insbesondere bei Tätigkeiten mit reizenden oder ätzenden Gefahrstoffen, bei Arbeiten unter Vakuum oder Druck sowie durch wegfliegende Teile gegeben.

Optische Korrekturbrillen erfüllen nicht die Anforderungen, die an eine persönliche Schutzausrüstung gestellt werden. Es fehlt zum Beispiel der Seitenschutz. Im Fachhandel sind entsprechende Schutzbrillen für Brillenträger erhältlich.

I – 3.12 Kennzeichnung, Aufbewahrung und Lagerung

I - 3.12.1 Die vorhandenen Gefäße müssen nach der gültigen GefStoffV gekennzeichnet sein. Diese Anforderung gilt u. a. auch bei der Nachkennzeichnung alter Gebinde bzw. bei der Kennzeichnung selbst hergestellter Zubereitungen.

Inverkehrbringer können seit dem 20.01.2009 nach dem GHS kennzeichnen, siehe Kapitel III-2.5, Die Schule ist kein Inverkehrbringer. Nach dem GHS gekennzeichnete Gebinde müssen von der Schule nicht um-gekennzeichnet werden.

Eine Überprüfung sollte regelmäßig, mindestens aber einmal im Jahr erfolgen. Die dabei vorgefundenen nicht mehr identifizierbaren, entbehrlichen oder verbotenen Gefahrstoffe sind ordnungsgemäß und sachgerecht zu entsorgen.
Bei Standflaschen oder Standgefäßen für den Handgebrauch kann auf den Namen des Herstellers oder Inverkehrbringers verzichtet werden.

I – 3.12.2 Gefahrstoffe dürfen nur an dafür geeigneten Orten gelagert werden. Sie dürfen nicht an solchen Orten gelagert werden, an denen dies zu einer Gefährdung der Beschäftigten oder anderer Personen (z.B. Wartungs- und Reinigungspersonal) führt.

Um einen Fehlgebrauch zu verhindern, ist beispielsweise dafür zu sorgen, dass Gefahrstoffe, die sich im Arbeitsgang befinden, nicht verwechselt werden können.

Lebensmittel dürfen nicht zusammen mit Gefahrstoffen aufbewahrt oder gelagert werden.

I – 3.12.3 Gefahrstoffe dürfen nur in Behältern aufbewahrt werden, die aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden Beanspruchungen standhalten.
Originalgefäße entsprechen in der Regel diesen Anforderungen.

Bei Benutzung von anderen Gefäßen siehe Teil II – 1.2.

I – 3.12.4 Gefahrstoffe dürfen nicht in solchen Behältnissen aufbewahrt oder gelagert werden, durch deren Form oder Bezeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann.

Lebensmittel für Versuchszwecke müssen als solche gekennzeichnet sein, z.B. durch einen Aufkleber:
„Lebensmittel nur für Experimente – Nicht zum Verzehr geeignet"

I – 3.12.5 Sehr giftige Stoffe und Zubereitungen nach bisherigem Recht oder akut toxische der Kategorie 1 und 2 nach GHS (H300, H310 oder H330) sind in Schulen nur vorrätig zu halten, wenn sie für den Unterricht erforderlich sind und dann nur in den notwendigen kleinen handelsüblichen Mengen.

I – 3.12.6 Sehr giftige und giftige sowie krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe oder Zubereitungen der Kategorien 1 und 2 nach bisherigem Recht oder akut toxische der Kategorie 1 bis 3 (H300, H301, H310, H311, H330 oder H331) sowie karzinogene, keimzellmutagene und reproduktionstoxische der Kategorie 1A und 1B (H350, H340, 360D oder 360F) sind so aufzubewahren oder zu lagern, dass nur fachkundige Personen Zugang zu diesen Gefahrstoffen haben. Gleiches gilt für explosionsgefährliche Stoffe und Zubereitungen.

Der vorgenannten Forderung ist Genüge getan, wenn diese Stoffe oder Zubereitungen
- in einem Schrank oder
- in Räumen

unter Verschluss aufbewahrt oder gelagert werden. Sofern die entsprechenden Räume durch andere Personen betreten werden müssen, ist die Aufsicht durch eine Fachkundige/ einen Fachkundigen sicherzustellen.

Wegen der besonderen Gefahr einer missbräuchlichen Nutzung von sehr giftigen Chemikalien sind diese in einem diebstahlsicheren Giftfach oder Giftschrank aufzubewahren. Ein Giftschrank/-fach bzw. dessen Inhalt gilt als diebstahlsicher, wenn er mit einem Sicherheitsschloss verschlossen und so befestigt ist, dass er nur bei geöffnetem Schloss entfernt werden kann.

Es wird empfohlen diese Räume außen mit einem Knauf zu versehen (vgl. § 21 UVV „Schulen" (GUV-V S 1)). Es müssen zusätzliche Vorkehrungen bei gefährlicher Alleinarbeit getroffen werden.

Wie „sehr giftige" Stoffe zu behandeln (d.h. Erfassung, Aufbewahrung, Lagerung, Verbot von Schülerübungen) sind Chlorate, Kalium, Natrium und Quecksilber.

Hausmeister und Hausmeisterinnen, Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal sind vor Arbeiten in den entsprechenden Fachräumen über die Gefahren und Schutzmaßnahmen zu unterweisen und anschließend in angemessener Weise zu beaufsichtigen.

I – 3.12.7 Krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Gefahrstoffe der Kategorien 1 und 2 dürfen, sofern noch Tätigkeiten mit diesen Gefahrstoffen erlaubt sind und diese Gefahrstoffe nach erfolgter Ersatzstoffprüfung für den Unterricht weiterhin notwendig sind, nur in den erforderlichen kleinen handelsüblichen Mengen vorrätig gehalten werden.

I – 3.12.8 Gefahrstoffe, die gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Rauche entwickeln, sind in Schränken oder Räumen aufzubewahren, die wirksam nach außen entlüftet werden. Dies ist erfüllt, wenn der Schrank bzw. Raum an eine technische Lüftung angeschlossen ist, die die austretenden Stäube, Gase und Dämpfe ständig ins Freie leitet. Der Abluftvolumenstrom muss mindestens einem 10fachen bzw. 5fachen Luftwechsel je Stunde bezogen auf das Schrank- bzw. Raumvolumen entsprechen (Schränke: Abschnitt 5.4.1 DIN 14470 - 1 Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke; Räume: Abschnitt 5.3.4 DIN 1946 - 7 „Raumlufttechnik, Raumlufttechnische Anlagen in Laboratorien").

I – 3.12.9 Auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV führt die Schulleiterin oder der Schulleiter oder deren Beauftragte/dessen Beauftragter (vgl. Teil I – 3.1.13) technische und organisatorische Maßnahmen durch, um die Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler vor Gefährdungen durch physikalisch-chemische Eigenschaften (Brand- und Explosionsgefahren) von Gefahrstoffen zu schützen (siehe Teil II – 2.3).

I – 3.12.10 Die Aufbewahrung entzündlicher/entzündbarer Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt kleiner oder gleich 55°C ist grundsätzlich in einem Lagerraum nach TRGS 510 oder in Sicherheitsschränken nach DIN 14470 - 1 vorzunehmen.

Nach GefStoffV sind diese durch die R-Sätze R 10, R 11, R 12, R 15 oder R 17 gekennzeichnet. (Näheres siehe DGUV SR 2004 und Teil III – 1.2).
Nach GHS sind sie durch die H-Sätze H224, H225 oder H226 gekennzeichnet.

Eine Lagerung von entzündlichen/entzündbaren Flüssigkeiten kann auch in Lagerräumen nach TRGS 510 erfolgen. In diesen Fällen ist ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Ein Muster befindet sich im Teil III – 1.3.

Je Sammlungsraum dürfen in Sicherheitsschränken maximal 100 Liter hoch- und leichtentzündliche (extrem und leicht entzündbare) und 300 Liter sonstige entzündliche/entzündbare Flüssigkeiten gelagert werden.
Für die Bestimmung der Lagermengen ist das Nennvolumen der Behälter ohne Rücksicht auf den Grad ihrer Befüllung anzusehen.

Größere Mengen dürfen nur in einem Lagerraum nach TRGS 510 gelagert werden.

Sollten z.B. im Kunst- oder Werkunterricht nur geringe Mengen Gefahrstoffe, Gesamtmenge kleiner 50 kg, gelagert werden und nach der Gefährdungsbeurteilung keine besonderen Gefährdungen (siehe II-2.3) festgestellt werden, gelten für die Lagerung von entzündlichen/entzündbaren Flüssigkeiten folgende Anforderungenen:

Bis 5 l reicht bei zerbrechlichen Gefäßen eine ableitfähige Auffangwanne (je Gefäß maximal ein Liter Nennvolumen),
bei mehr als 5 l bis unterhalb 20 l Stahlschrank ohne Feuerwiderstandsklasse
ab 20 l bis zur Gesamtgefahrstoffmasse von 50 kg Sicherheitsschrank FWF30 nach DIN 14470-1.

Die Regelungen finden keine Anwendung, soweit entzündliche/entzündbare Flüssigkeiten in der für den Fortgang der Arbeit erforderlichen Menge bereitgehalten werden (vgl. § 26 UVV „Schulen“ (GUV- V S 1)).
Die Anzahl der Behältnisse ist auf das unbedingt nötige Maß zu beschränken.

Siehe Teil III – 1.2 Einrichtungen zur Aufbewahrung und Lagerung entzündlicher/ entzündbarer Flüssigkeiten.

I – 3.12.11 Hochentzündliche (extrem entzündbare), leichtentzündliche (leicht entzündbare) und entzündliche (entzündbare) Stoffe und Zubereitungen dürfen am Arbeitsplatz für den Handgebrauch nur in Behältnissen von höchstens 1 Liter Nennvolumen aufbewahrt werden.

Die Anzahl und das Fassungsvermögen sind auf das unbedingt nötige Maß zu beschränken.
Das Ab- und Umfüllen hochentzündlicher (extrem entzündbarer), leichtentzündlicher (leicht entzündbarer) und entzündlicher (entzündbarer) Stoffe und Zubereitungen (R 12, R 11, R 10, R 15 oder R 17) muss zur Vermeidung von Brand- und Explosionsgefahren im Abzug oder unter Anwendung gleicher Schutzmaßnahmen (Gefährdungsbeurteilung) erfolgen.

I – 3.12.12 Nur in begründeten Ausnahmefällen dürfen entzündliche/entzündbare Flüssigkeiten (z.B. Diethylether, Pentan, Acetaldehyd) im Kühlschrank bereitgehalten werden. Er darf im Innenraum keine Zündquellen haben.

Zündquellen im Kühlschrank bei Normalausführung sind z.B. Leuchten, Lichtschalter, Temperaturregler, Abtauautomatik.

Die umgebauten Kühlschränke müssen mit der Aufschrift: „Nur Innenraum frei von Zündquellen“ gekennzeichnet sein.

I – 3.13 Entsorgung

Vor dem Beginn eines Experiments müssen die Lehrerinnen und Lehrer klären, wie Reste und Abfälle gefahrlos und umweltverträglich beseitigt werden können.

Gefahrstoffabfälle sind gemäß ihrem Gefährdungspotential zu behandeln. Die Entsorgung gefährlicher Abfälle ist in solchen Zeitabständen vorzunehmen, dass das Aufbewahren, der Transport und das Beseitigen dieser Stoffe nicht zu einer Gefährdung führen können.

Die einzelnen Abfallarten sind getrennt zu sammeln. Es sind Behälter bereit-zustellen, die nach Größe und Bauart für die Sammlung der einzelnen Abfallarten geeignet sind.

Der Behälter muss den zu erwartenden chemischen und mechanischen Beanspruchungen durch das Füllgut standhalten (siehe Teil I – 3.12.3 und Teil II – 1.2). Die Behälter sind in regelmäßigen Abständen auf ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen.

Die Sammelbehälter sind grundsätzlich ordnungsgemäß gekennzeichnet, geschlossen und so aufzubewahren, dass sie Unbefugten nicht zugänglich sind.

Zur Lagerung von Abfallbehältern siehe Teil I – 3.12.8 und Teil I – 3.12.10

Abfälle, die aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften nicht von Dritten entsorgt werden, sind gefahrlos zu vernichten oder in eine entsorgungsfähige Form umzuwandeln.

Siehe Teil III – 2.6 Entsorgung von Gefahrstoffabfällen in Schulen.

Verschüttete Gefahrstoffe, wie z.B. Quecksilber und Brom sind unverzüglich mit einem geeigneten Absorptionsmittel aufzunehmen.

I – 3.14 Erste Hilfe

Vor Tätigkeiten mit Gefahrstoffen müssen Erste-Hilfe-Maßnahmen festgelegt und erforderliche Erste-Hilfe-Einrichtungen bereitgestellt werden.

So müssen z.B. Maßnahmen bei Verätzungen und Verletzungen am Auge, Verätzungen am Körper, Vergiftungen bei Aufnahme durch die Haut, durch Verschlucken oder durch Einatmen, Verbrennungen und Verbrühungen festgelegt werden.

Mit Gefahrstoffen verunreinigte Kleidungsstücke sind zu entfernen und die betroffenen Körperstellen mit Wasser abzuspülen.

Zusätzlich muss in Arbeitsbereichen, in denen eine Gefährdung der Augen durch Verspritzen reizender oder ätzender Stoffe besteht, eine geeignete Augenspülvorrichtung (Kaltwasseranschluss) vorhanden sein.

Bei der Verwendung von warmem Wasser besteht die Gefahr erhöhter Hautpermeabilität. Die Augenspülvorrichtung muss durch das Sicherheitskennzeichen „Augenspülvorrichtung“ gekennzeichnet sein.

Die Augenspülflaschen (mit steriler Spülflüssigkeit) sind nur noch dann zulässig, wenn kein fließendes Trinkwasser zur Verfügung steht.

Siehe Teil III – 2.2 Informationen zur Ersten Hilfe, Teil III – 2.2.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht

Lehrkräfte in naturwissenschaftlichen und technischen Fächern sollen als Ersthelfer/Ersthelferin ausgebildet sein. Auf die spezifischen Regelungen der Länder zur Ersten Hilfe wird hingewiesen.

(Siehe hierzu auch Information „Erste Hilfe in Schulen" (GUV-SI 8065).

I – 3.15 Notfallmaßnahmen

Die Schulleiterin oder der Schulleiter hat die Maßnahmen zu planen, zu treffen und zu überwachen, die insbesondere für den Fall des Entstehens von Bränden, von Explosionen, des unkontrollierten Austretens von Stoffen und von sonstigen gefährlichen Störungen des Schulbetriebs geboten sind.

Die Schulleiterin oder der Schulleiter hat dafür zu sorgen, dass die Lehrkräfte durch Unterweisung und Übung im Umgang mit Feuerlöscheinrichtungen zur Bekämpfung von Entstehungsbränden vertraut sind.

I – 3.16 Betriebsanweisung, Unterweisung und Unterrichtung

I – 3.16.1 Allgemeine Anforderungen

Wenn die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass durch die Tätigkeit mit Stoffen oder Zubereitungen eine mehr als geringe Gefährdung besteht, müssen Betriebsanweisungen erstellt werden und die Beschäftigten über die Tätigkeiten mit den Gefahrstoffen unterwiesen werden.

Die Schulleiterin oder der Schulleiter macht dann den Beschäftigten eine auf der Gefährdungsbeurteilung basierende, in verständlicher Form und Sprache gefasste schriftliche Betriebsanweisung ebenso zugänglich wie alle Sicherheitsdatenblätter über die Gefahrstoffe, Stoffe und Zubereitungen, mit denen Beschäftigte diese Tätigkeiten durchführen.

Die Betriebsanweisung muss mindestens Informationen über die am Arbeitsplatz auftretenden Gefahrstoffe (z.B. Bezeichnung, Kennzeichnung sowie Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit) und über angemessene Vorsichtsmaßregeln und Maßnahmen, die die Beschäftigte oder der Beschäftigte zu seinem eigenen Schutz und zum Schutz Dritter durchzuführen hat, enthalten. Dazu gehören insbesondere Hygienevorschriften, Informationen zum Tragen und Benutzen von persönlicher Schutzausrüstung und Schutzkleidung.

Sie muss auch über Maßnahmen informieren, die von den Beschäftigten bei technischen Störungen, Unfällen und Notfällen und zur Verhütung derselben durchzuführen sind.

Siehe Teil III – 2.9 Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

Die Betriebsanweisung muss bei jeder maßgeblichen Veränderung der Arbeitsbedingungen aktualisiert werden.

Die Beschäftigten müssen vor Aufnahme der Tätigkeiten anhand der Betriebsanweisung über auftretende Gefährdungen und entsprechende Schutzmaßnahmen mündlich unterwiesen werden. Im Rahmen der Unterweisung müssen auch arbeitsmedizinisch-toxikologische Aspekte angesprochen werden.

Die Unterweisung der Lehrerinnen und Lehrer muss durch die Schulleiterin oder den Schulleiter mindestens jährlich durchgeführt bzw. veranlasst werden. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

Für Schülerinnen und Schüler ist eine allgemeine Unterweisung zu Beginn eines jeden Schulhalbjahres durchzuführen. Die Unterweisung ist schriftlich zu vermerken, z.B. im Klassenbuch oder Kursheft.

Darüber hinaus müssen die Lehrkräfte den Schülerinnen und Schülern vor Aufnahme der Tätigkeiten mit Gefahrstoffen gezielte Anweisungen zu den bei dem einzelnen Versuch/Arbeitsverfahren eingesetzten Gefahrstoffen, deren sichere Handhabung und der sachgerechten Entsorgung geben. Dies kann schriftlich (z.B. Versuchsblatt) oder in anderer geeigneter Form erfolgen.

Siehe Teil III – 2.1.2 Entwurf einer Betriebsanweisung für Schülerinnen und Schüler

I – 3.16.2 Hausmeister und Hausmeisterinnen, Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal

Jede Fachlehrerin und jeder Fachlehrer hat dafür zu sorgen, dass das o. g. Personal in den Fachräumen ohne Gefährdung durch Gefahrstoffe, Chemikalienreste oder Versuchsaufbauten arbeiten kann.

Das Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal ist in geeigneter Weise vom zuständigen Arbeitgeber über die von den Gefahrstoffen in der Schule ausgehenden Gefährdungen und die entsprechenden Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind durch den zuständigen Arbeitgeber schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

Zuständiger Arbeitgeber ist i.d.R. der Sachkostenträger oder die Reinigungs- bzw. Instandhaltungsfirma. Die Schulleiterin oder der Schulleiter beteiligt sich im Rahmen der Mitwirkungspflicht an der Erstellung der Betriebsanweisung. In diesem Zusammenhang ist die Fremdfirma auf die besonderen Gefahren hinzuweisen.

Siehe Teil III – 2.1.3 Entwurf einer Betriebsanweisung für Hausmeister und Hausmeisterinnen, Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal.

I - 4 Anforderungen für spezielle Tätigkeiten

I – 4.1 Tätigkeiten mit explosionsgefährlichen Stoffen und Zubereitungen

Tätigkeiten mit explosionsgefährlichen Stoffen und Zubereitungen fallen unter den Geltungsbereich des Sprengstoffgesetzes und der ersten Verordnung zum Sprengstoffgesetz sowie der Gefahrstoffverordnung.

Explosionsgefährliche Stoffe sind unter anderem zahlreiche organische Nitroso- und Nitroverbindungen, Salpetersäureester, Diazoverbindungen, Stickstoffwasserstoffsäure, ihre Salze und Ester, Salze der Knallsäure, des Acetylens und seiner Derivate, Schwermetallperchlorate, Chlorstickstoff, organische Peroxide und Persäuren. Mischungen oxidierender Verbindungen, z.B. Nitrate, Chromate, Chlorate, Perchlorate, rauchende Salpetersäure und konzentrierte Perchlorsäure mit entzündlich/entzündbaren oder reduzierenden Stoffen können die Eigenschaften von explosionsgefährlichen Stoffen haben, z.B. reagiert rauchende Salpetersäure explosionsartig mit Aceton, Ethern, Alkoholen, Terpentinöl.

Stoffe, die als explosionsgefährlich eingestuft sind können der DGUV Regel 2004 entnommen werden. Zu den Stoffen, die ohne weitere Zusätze explosionsgefährlich sind, zählen auch Zubereitungen von oxidierenden Stoffen mit entzündlich/entzündbaren Bestandteilen.

Siehe Teil II – 2.2 Explosionsfähige Stoffe und Gemische.

Informationen über Lagerung explosionsgefährlicher Stoffe siehe GUV SR2004 „Aufbewahrung“

Das Sprengstoffgesetz ist "nicht anzuwenden auf das Aufbewahren, das Verwenden, das Vernichten, den Erwerb, das Überlassen und das Verbringen von explosionsgefährlichen Stoffen bis zu einer Gesamtmenge von 100 g durch allgemein- oder berufsbildende Schulen, soweit dies zur Erfüllung ihrer öffentlichen Aufgaben erforderlich ist."
(§ 5 Abs. 3, Erste Sprengstoffverordnung)

Nicht unter das Sprengstoffgesetz fallen Reaktionen mit entzündlichen/entzündbaren Gasen und Flüssigkeiten.

Den Schulen ist das Herstellen explosionsgefährlicher Stoffe und Zubereitungen, die zur Verwendung als Sprengstoffe, Treibstoffe, Zündstoffe und pyrotechnische Sätze (Explosivstoffe) dienen, nicht gestattet.

Reaktionen, bei denen explosionsgefährliche Stoffe und Zubereitungen entstehen und umgesetzt werden, sind auf kleinste Stoffportionen (z.B. bei der Herstellung von Silberacetylid bis zu 1 g, Nitroglyzerin im mg-Maßstab) zu beschränken und mit den angemessenen Sicherheitsvorkehrungen durchzuführen. Die Endprodukte sind unter Beachtung der Sicherheitsvorkehrungen zu vernichten.

Siehe DGUV Regel 2004, Spalte „Entsorgung“.

Reaktionen oxidierender Stoffe (z.B. Nitrate, Permanganate) mit entzündlich/entzündbaren Stoffen wie Schwefel, Holzkohle, sowie aluminothermische Reaktionen sind im Lehrerexperiment erlaubt.

Mit explosionsgefährlichen Stoffen und Zubereitungen dürfen Schülerinnen und Schüler nicht arbeiten.

I – 4.2 Holzbe- und -verarbeitung

I – 4.2.1 Substitutionsprüfung

Bei der Verwendung von Holz sollen keine Hölzer verwendet werden, bei deren Bearbeitung krebserzeugende Holzstäube entstehen. Als krebserzeugend sind viele Hartholzstäube (vgl. Anhang 1 der TRGS 906; siehe Teil III – 2.8) eingestuft. Bei Holzerzeugnissen (z.B. Spanplatten) ist darauf zu achten, dass ein möglichst geringer Anteil an Harthölzern (z.B. Buchen- und Eichenholz) enthalten ist, wenn bei der Bearbeitung dieser Holzerzeugnisse Holzstaub entsteht.

Stäube von Harthölzern können Krebs erzeugen beim Einatmen (Einstufung nach Kategorie K 1 mit R 49 gemäß TRGS 906), die anderen Holzstäube geben wegen möglicher krebserregender Wirkung zur Besorgnis Anlass (Einstufung nach Kategorie K 3 mit R 40).

Es ist zu prüfen, ob nicht weniger kritische Holzarten wie z.B. Fichten-, Tannen- oder Kiefernholz zum Einsatz kommen können.

I – 4.2.2 Holzstaub in der Luft

Bei der Bearbeitung von Holz ist das gesundheitliche Risiko von Holzstaub in der Luft nach dem Stand der Technik zu minimieren.

Eine Gefährdung durch Stäube bei der Holzbearbeitung besteht in drei Bereichen:
- Emission von Stäuben bei der Holzbearbeitung,

- Emission von Stäuben durch nicht ausreichend filternde Entstauber und
- Staubsauger,
- Aufwirbeln abgelagerter Stäube insbesondere beim Reinigen mit dem Be-
- sen oder Abblasen.

Als Folge von Staubablagerungen bzw. -einwirkungen können auftreten:
- Sturzgefahr durch geminderte Standsicherheit an den Arbeitsplätzen und
- Verkehrswegen,
- Reizungen der Augen und Atemwege,
- Atemwegsallergien und Krebserkrankungen im Bereich der Nasenschleim
- häute (siehe Teil I – 3.8),
- Brände und Explosionen.

Das gesundheitliche Risiko von Holzstaub in der Luft wird minimiert, wenn bei der maschinellen Bearbeitung von Holz staubgeminderte Arbeitsbereiche in den Werk- und Maschinenräumen vorliegen.

Diese Bedingungen werden insbesondere erreicht, wenn stationäre und handgeführte Holzbearbeitungsmaschinen nach dem Stand der Technik abgesaugt werden, die Reinigung des Raumes und der Arbeitsmittel durch Aufsaugen mit einem Entstauber oder Industriestaubsauger der Staubklasse M erfolgt und im Einzelfall weitere Vorraussetzungen nach TRGS 553 (z.B. Absaugung bei Handschleifarbeiten, Ausführungen einer evtl. Luftrückführung) erfüllt sind (siehe hierzu auch BGI/GUV-I 739).

Die Entstauber können mit einer herstellerzugelassenen Zusatzausrüstung auch für die Reinigung der Werk- und Maschinenräume verwendet werden.

Staubtechnisch geprüfte Einrichtungen (Entstauber, Industriestaubsauger tragen zusätzlich zum CE-Zeichen z.B. das GS-Zeichen des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit (BIA) mit dem Zusatz “C” oder “K 1” bzw. das GS-Zeichen des Fachausschusses “Holz” mit dem Zusatz “H 2”.
Hier ist auch das entsprechende Prüfzeichen eines anderen EU-akkreditierten Prüfinstituts zulässig. Siehe Teil III – 2.3.1 Sicherheitskennzeichen.

Bei der üblichen manuellen Holzbearbeitung reicht natürliche Raumlüftung (Fensterlüftung) aus, wenn durch geeignete Maßnahmen die Holzstaubexposition möglichst gering gehalten wird. Untertischabsaugungen (abgesaugte Arbeitstische) sind in der Regel nicht erforderlich.

Geeignete Maßnahmen werden in der Information „Holzstaub im Unterricht allgemein bildender Schulen“ (GUV-SI 8041-2) erläutert.

Bei der Reinigung der Maschinen- und Unterrichtsräume von Staubablagerungen ist zu vermeiden, dass Staub aufgewirbelt wird und in die Atemluft gelangt. Beim Reinigen sind deshalb saugende (Industriestaubsauger Staubklasse H oder M) bzw. feuchte Verfahren anzuwenden. Das Abblasen und Aufkehren abgelagerter Holzstäube ist grundsätzlich nicht erlaubt.

I – 4.3 Tätigkeiten mit Maschinen und Geräten

I-4.3.1 Gefährdungsbeurteilung

Vor Aufnahme der Tätigkeit ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Die Gefährdungsbeurteilung schließt die Festlegung der erforderlichen Schutzmaßnahmen ein. Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung muss dokumentiert werden. Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen muss überprüft werden.
Bei der Gefährdungsbeurteilung sind insbesondere folgende Gefährdungsarten zu berücksichtigen:
- Mechanische z.B. Schneiden, Stechen

- Chemische z.B. Holzstaub, siehe I – 4.2
- Lärm, siehe I – 12
- Thermische z.B. heiße Oberflächen

Der Lehrer hat sich mit den an der Schule befindlichen Maschinen vertraut zu machen und die Inhalte der Bedienungsanleitungen zu kennen. Diese sind so aufzubewahren, dass sie dem Fachlehrer zugänglich sind.
Darüber hinaus sind Tätigkeiten mit

- Hobel- und Fräsmaschinen

ausgenommen Bedienung eines eingehausten Koordinatentisches mit Fräsenschaft ≤ 3 mm (CNC-Maschine)

- Sägemaschinen wie Kreissäge / Bandsäge / stationär eingespannte
- Stichsägemaschine
- ausgenommen Dekupier- und elektrische Handstichsägemaschinen
- Stockscheren mit mechanischem Antrieb
- Schweißgeräte

nur Lehrern erlaubt, die aufgrund von Ausbildung/Studium oder durch entsprechende Fortbildungsmaßnahmen die erforderliche Fachkenntnisse zum Betrieb der Maschinen haben.
Zu den genannten Maschinen zählen auch Handmaschinen.
Zu den Tätigkeiten gehören auch Rüsten, Bedienen, Warten und Instandhalten.

I-4.3.2 Tätigkeitsbeschränkungen für Schüler und Schülerinnen

Schüler und Schülerinnen dürfen folgende Maschinen und Geräte nicht betätigen:

- Hobel- und Fräsmaschinen

ausgenommen Bedienung eines eingehausten Koordinatentisches mit Fräsenschaft ≤ 3 mm (CNC-Maschine)

- Sägemaschinen wie Kreissäge / Bandsäge / stationär eingespannte Stichsägemaschine

ausgenommen Dekupier- und elektrische Handstichsägemaschinen

- Stockscheren mit mechanischem Antrieb

Zu den genannten Maschinen zählen auch Handmaschinen.
Das Betreiben schließt Rüsten, Bedienen, Warten und Instandhalten ein.

Tätigkeitsbeschränkungen
für Schülerinnen und Schüler an Maschinen und Geräten

Maschinen- und Geräteeinsatz im Unterricht	Jahrgangsstufen		
	5/6	7/8	ab 9
Abkantvorrichtung	A	TS	S
Bandschleifmaschine (elektrisch) - nur mit Staubabsaugung -	—	TS	S
Bohrschrauber	A	TS	S
Dekupiersäge (elektrisch)	A	S	S
Emailbrennofen	A	A	A
Handbohrmaschine (elektrisch)	A	TS	S
Hart- und Weichlötgerät mit offener Flamme	—	A	A
Hebelblechschere (mechanisch)	—	A	TS
Heißklebepistole	A	TS	S
Heißluftgerät mit Gebläse	A	A	TS
Heizstrahler	A	A	TS
Kompressor	A	TS	S
Koordinatentisch	A	TS	S
Lötkolben (elektrisch)	TS	S	S
Papier- und Materialschneidegerät	A	A	TS

Schweißgerät (Lichtbogenhandschweißen, Schutzgasschweißen)[5]	—	—	A
Schwingschleifmaschine (elektrisch) - nur mit Staubabsaugung -	TS	S	S
Stichsäge (elektrisch)	A	TS	TS
Styropor-Heißdraht-Schneider	TS	S	S
Tellerschleifmaschine (elektrisch) - nur mit Staubabsaugung -	A	TS	S
Tiefziehgerät	A	TS	S
Tisch- und Ständerbohrmaschine (elektrisch)	A	TS	S
Universal-Mechaniker-Drehmaschine bzw. Drechselmaschine	—	—	A
Werkzeugschärf- und Abziehmaschine (elektrisch)	—	—	A
Winkelschleifer	—	—	A

An Maschinen und Geräten ist eine Einweisung erforderlich; sie umfasst sicherheitsrelevante Hinweise.

Abkürzungen:

—	Einsatz nicht vorgesehen	
A	unter Aufsicht	Die Schülerin oder der Schüler arbeitet an der Maschine oder mit dem Gerät, die Lehrerin oder der Lehrer steht daneben und beaufsichtigt den Vorgang.
TS	teilselbst-ständig	Die Schülerin oder der Schüler arbeitet selbstständig an der Maschine oder mit dem Gerät, befindet sich jedoch im Blickfeld der Lehrerin oder des Lehrers.
S	selbstständig	Die Schülerin oder der Schüler arbeitet selbstständig an der Maschine oder mit dem Gerät, die Lehrerin oder der Lehrer beaufsichtigt im Rahmen seiner Dienstpflicht.

I-4.3.3 Kennzeichnung von Maschinen

Holzbearbeitungsmaschinen (z.B. Kreissägen, Bandsägen, Hobelmaschinen), die ab dem 01.01.1993 erstmals in Betrieb genommen wurden, müssen die baulichen Anforderungen der EG-Maschinen-Richtlinie erfüllen.

Holzbearbeitungsmaschinen erfüllen die Anforderungen der EG-Maschinen-Richtlinie, wenn sie ein CE-Kennzeichen tragen und eine Konformitätsbescheinigung des Herstellers vorliegt.

I-4.3.4 Allgemeine Schutzmaßnahmen

Bei Tätigkeiten mit Maschinen im Maschinenraum muss in der Regel Gehörschutz getragen werden (siehe auch Kapitel I – 12 Lärm).

Holzstaub in der Luft
Bei der Bearbeitung von Holz ist das gesundheitliche Risiko von Holzstaub in der Luft nach dem Stand der Technik zu minimieren. Siehe I – 4.2

Reinigung
Bei der Reinigung der Maschinen- und Unterrichtsräume von Staubablagerungen ist zu vermeiden, dass Staub aufgewirbelt wird und in die Atemluft gelangt. Beim Reinigen sind deshalb saugende (Industriestaubsauger Staubklasse H2 oder M) bzw. feuchte Verfahren anzuwenden. Das Abblasen und Aufkehren abgelagerter Holzstäube ist grundsätzlich nicht erlaubt.

Elektrofachkräfte

[5] Jugendliche ab 15 Jahren dürfen mit Schweißgeräten umgehen, wenn dies zur Erreichung des Lernziels erforderlich und die Lehrerin oder der Lehrer anwesend ist.

Mit dem Errichten, Ändern und Instandsetzen von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln dürfen nur Elektrofachkräfte beauftragt werden. Auch Elektroanschlüsse, die nicht durch Steckverbindungen herstellbar sind, dürfen nur Elektrofachkräfte herstellen.

Zu Prüfungen siehe Ziffer I – 11.9.

Elektrogeräte sind zusätzlich vor jeder Inbetriebnahme einer Sichtprüfung (Kabel, Gehäuse und Stecker auf erkennbare Beschädigungen) zu unterziehen. Schadhafte elektrische Betriebsmittel dürfen nicht mehr benutzt werden.

I – 4.4 Keramikarbeiten

Beim Brennen von Keramik (Rohbrand, Glasurbrand) können gesundheitsschädliche Stoffe (z.B. Fluorwasserstoff, Schwermetalle) freiwerden.

Bei Brennöfen ist eine Entlüftung ins Freie (Abluftrohr) erforderlich.. Wegen der IR-Strahlung siehe auch Kapitel II – 4.3.2.3.

Siehe Betriebsanleitung des Herstellers, in der Regel Abluftrohr ohne Lüftermotor. Die Aufstellungshinweise des Herstellers sind zu beachten.

Pigmente und Pasten auf der Basis von Cadmium-, Chrom- und Cobaltverbindungen sind als krebserzeugend, Bleiverbindungen als fortpflanzungsgefährdend eingestuft. Diese dürfen, ebenso wie sehr giftige Pigmente im Unterricht, an allgemeinbildenden Schulen nicht verwendet werden.

Zum Auftragen von Glasuren siehe Teil II – 7.5 Sprühverfahren.

I – 4.5 Löten

An Schulen dürfen die üblichen Lötarbeiten (Weichlöten) durchgeführt werden. Hierfür reicht in der Regel die natürliche Raumlüftung (Fensterlüftung) aus. Es dürfen nur bleifreie Lote eingesetzt werden.

Bleihaltiges Lot darf nach der EG-Richtline 2002/95 (RoHS-Richtline) nicht mehr verwendet werden.

I – 4.6 Schweißen

Bei Schweißarbeiten gilt die technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 528 Schweißtechnische Arbeiten. Für Schweißarbeiten sind folgende Schutzmaßnahmen einzuhalten: Schweißarbeiten sind grundsätzlich im Freien durchzuführen. Beim Schweißen im Freien sind die Lüftungsanforderungen in der Regel durch die natürliche Luftbewegung gewährleistet. Bei Schweißarbeiten an hochlegierten oder beschichteten Stählen (z.B. Stähle mit Farb- oder Kunststoffüberzügen, verzinkte Stähle) reicht eine natürliche Lüftung nicht aus. Bei Schweißarbeiten in Räumen sind die Gefahrstoffe unmittelbar an ihrer Entstehungsstelle abzusaugen (z.B. ins Freie oder über ein geeignetes Schweißrauchfiltergerät).

Bei Schweißarbeiten ist eine geeignete Schutzausrüstung bereitzustellen und zu tragen, z.B. Schweißerschutzschild, Lederhandschuhe und Lederschürze. Für alle im Gefahrenbereich anwesende Personen ist ein geeigneter Augenschutz (Schweißerschutzbrille) erforderlich.

Es sind die Tätigkeitsbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler nach Teil I – 4.3 zu berücksichtigen.

I – 5 Tätigkeiten mit Druckgasflaschen und Gasanlagen

I – 5.1 Aufbewahrung, Transport, Druckminderer, Armaturen

Druckgasflaschen müssen sich nach Arbeitsschluss wegen der bei Bränden bestehenden Gefahr des Zerknalls an einem sicheren Ort befinden. Werden an den Schulen Einzelflaschen (eine pro Gasart) anschlussfertig (mit angeschlossenem Druckminderer) vorgehalten, so gilt dies als Bereitstellen für den Handgebrauch. Eine Reserveflasche ist nicht zulässig, außer die Lagerung erfolgt im Flaschenschrank (Sicherheitsschrank nach DIN EN 14470 - 2). Für das Bereitstellen von Druckgasflaschen für den Handgebrauch muss der sichere Ort folgende Bedingungen erfüllen:

- Keine Bereitstellung zusammen mit entzündlich/entzündbaren Flüssigkeiten, deren Menge über den Handgebrauch hinausgeht.

Dieser Forderung kann auch durch Unterbringen der Druckgasflaschen in einem dauerbelüfteten, wärmeisolierten Flaschenschrank nach DIN 12925 Teil 2 oder durch Unterbringen der entzündlichen/entzündbaren Flüssigkeiten in einem Schrank nach DIN EN 14470-1 bzw. in einem ummauerten Chemikalienraum entsprochen werden, der nach TRGS 510 feuerbeständig von angrenzenden Räumen abgetrennt ist (Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102).

- Einhaltung eines Schutzbereiches für Druckgasflaschen mit entzündlichen/entzündbaren Gasen: für Druckgasflaschen mit Gasen leichter als Luft gilt - ausgehend vom Druckgasflaschenventil – ein Schutzbereich mit Radius r = 2 Meter und Höhe h = 2 Meter.
- Zwischen Druckgasflaschen mit entzündlichen/entzündbaren (z.B. Wasserstoff) und solchen mit brandfördernden (z.B. Sauerstoff) Gasen muss ein Abstand von mindestens 2 Metern eingehalten werden.
- Im Schutzbereich von Druckgasflaschen mit entzündlichen/entzündbaren Gasen dürfen sich keine Zündquellen befinden, durch die Gase gezündet werden können.

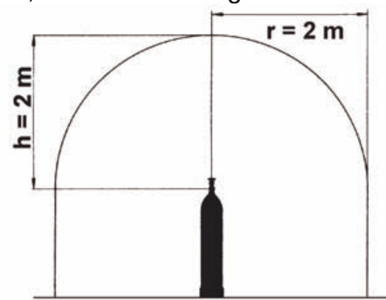


Abb.: Schutzbereich für Druckgasflaschen mit Gasen, leichter als Luft

Druckgasflaschen dürfen nicht in Fluren, Treppenhäusern oder Rettungswegen sowie in Räumen unter Erdgleiche aufgestellt werden. Die Aufbewahrung von Sauerstoff- und Druckluftflaschen unter Erdgleiche ist zulässig.



Warnzeichen W 19 “Warnung vor Gasflaschen”

Der Standort der Druckgasflaschen ist in einen Lageplan einzuzeichnen, der im Brandfall der Feuerwehr übergeben werden kann.
Druckgasflaschen sind gegen Umstürzen zu sichern und vor starker Erwärmung zu schützen. Druckgasflaschen können z.B. durch Ketten, Rohrschellen oder Einstellvorrichtungen (auch fahrbare) gegen Umstürzen gesichert werden. Die Entfernung zu Heizkörpern sollte mindestens 0,5 m betragen.

Der Raum muss ausreichend be- und entlüftet werden. Für die Bereitstellung der an Schulen üblichen Gase (Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid) ist die freie Lüftung ausreichend. Bei der Aufbewahrung von Wasserstoff muss eine ständige Lüftung im Deckenbereich gesichert sein. Eine ausreichende Lüftung ist z.B. durch ein in Kippstellung geöffnetes Oberlicht oder einen explosionsgeschützten Abluftventilator im Oberlicht gegeben.

Die Vorräte an Druckgasen sind nach Art und Menge auf das für den Unterricht erforderliche Maß zu begrenzen. Überschreitet die Menge der Druckgasflaschen die für die Bereitstellung für den Handgebrauch zulässige Zahl (eine Druckgasflasche pro Gassorte), so gelten die Lagerungsbestimmungen von Kapitel 10 der TRGS 510 (Lagerung von Gasen unter Druck).

Für das Aufbewahren (Bereitstellen) von Druckgasflaschen in Flaschenschränken ist eine natürliche Lüftung im Sinne der technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS 510 - Lagerung) ausreichend, wenn jeweils eine unmittelbar ins Freie führende Lüftungsöffnung im Boden- und Deckenbereich des Flaschenschranks mit einem Querschnitt von mindestens 1/100 der Bodenfläche, mindestens jedoch 100 cm^2, vorhanden ist. Flaschenschränke sind zur Aufbewahrung von Druckgasflaschen besonders geeignet.

Druckgasflaschen mit sehr giftigen, giftigen und ätzenden Gasen (z.B. Chlor, Ammoniak) dürfen in der Schule nicht aufbewahrt werden.

Bei Druckgasflaschen ist das Datum der nächst fälligen Prüfung zu beachten. Für die an Schulen üblichen Behälter für Druckgase (Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoffdioxid), die den Behälter nicht stark angreifen können und deren Rauminhalt nicht größer als 150 Liter ist, beträgt die Prüffrist 10 Jahre. Das auf den Druckgasflaschen angegebene Datum für die nächste fällige Prüfung gilt nur für die neue Befüllung und den Transport einer gefüllten Druckgasflasche. Die Flaschen dürfen auch über das angegebene Datum hinaus durch eine normale Verwendung entleert werden.

Der Anlieferungs- und Rücktransport der Druckgasflaschen sollte in Schulen grundsätzlich durch eine Fachfirma erfolgen, um einschlägige Transportvorschriften (z.B. Ladungssicherung, ausreichende Belüftung, Mitführung eines Feuerlöschers) einzuhalten.

Eine Druckgasflasche, die Mängel (z.B. undichtes Ventil) aufweist, durch die Personen gefährdet werden können, ist unverzüglich gefahrlos (möglichst im Freien) zu entleeren. Bei Gasen, deren spezifisches Gewicht größer als Luft ist, ist darauf zu achten, dass sich das ausströmende Gas nicht in Bodensenken ansammeln kann. Bei entzündlichen/ entzündbaren Gasen ist darauf zu achten, dass das ausströmende Gas durch auch in der weiteren Umgebung befindliche Zündquellen nicht gezündet werden kann. Druckgasflaschen dürfen in Schulen nicht umgefüllt werden. Schadensereignisse mit Druckgasbehältern (z.B. Zerknall) sind der zuständigen Behörde sowie der örtlicher Feuerwehr zu melden.

Druckgasflaschen dürfen zur Rückgabe nur mit Schutzkappe transportiert werden.
Für die Rückgabe der Druckgasflaschen gelten die Transportbestimmungen nach der Gefahrgutverordnung .

Druckgasflaschen, deren Prüffrist abgelaufen ist, dürfen nur entleert und mit der Deklaration: "Ungereinigtes leeres Gefäß Klasse 2 letzter Inhalt: (Druckgassorte angeben)" transportiert werden.

Alle mit oxidierend wirkenden Gasen (z.B. Sauerstoff) in Berührung kommenden Teile von Druckgasflaschen und ihrer Ausrüstung (Armaturen, Manometern, Dichtungen usw.) müssen frei von Öl, Fett, Glycerin und anderen organischen Substanzen gehalten werden. Sie dürfen auch nicht mit ölhaltigen Putzlappen oder fettigen Fingern berührt werden. Reste von Lösemitteln, die zum Entfetten verwendet werden, müssen entfernt werden, z.B. durch Abtrocknen lassen oder durch Abblasen mit ölfreier Luft.

Für Sauerstoffgas dürfen nur bauartzugelassene Druckminderer verwendet werden, die blau gekennzeichnet sind und die Aufschrift „Sauerstoff! Öl- und fettfrei halten" tragen.

Ventile von Druckgasflaschen sind vorsichtig zu öffnen. Druckgasflaschen, deren Ventile defekt sind oder sich nicht mehr von Hand öffnen lassen, sind außer Betrieb zu nehmen, entsprechend zu kennzeichnen und dem Füllbetrieb zuzustellen.

Nach Gebrauch von Druckgasflaschen sind die Ventile zu schließen und die Druckminderer zu entlasten. Entleerte Flaschen sollen einen Restüberdruck enthalten, der bis zur Anlieferung an den Füllbetrieb erhalten bleibt. Bei offenem Ventil kann durch Temperatur- oder Luftdruckänderungen unkontrolliert Luft in die Flasche eindringen.

I - 5.2 Anforderungen an Gasverbrauchsanlagen

Geräteanschlussleitungen

An Laborbrennern und ähnlichen Gasverbrauchseinrichtungen dürfen nur DIN-DVGW-geprüfte Schläuche angeschlossen werden (z.B. flexible Schläuche nach DIN 30664 Teil 1 "Schläuche für Gasbrenner für Laboratorien; ohne Ummantelung und Armierung, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen". Gasschläuche müssen gegen Abrutschen gesichert werden, z.B. mit einer Ringfeder.

Prüfung Gasschlauch

Gasschläuche müssen vor Gebrauch auf sichtbare Mängel geprüft werden. Schläuche mit sichtbaren Mängeln müssen ersetzt werden.

Betreiben von Laborbrennern

Das Beheizen von Apparaturen mit Gas und das Betreiben von Laborbrennern und ähnlichen Gasverbrauchseinrichtungen darf nur unter ständiger Aufsicht - bei Dauerversuchen unter entsprechender Kontrolle - erfolgen.
Werden die Gasverbrauchseinrichtungen nicht mehr benötigt, muss die Gasversorgung durch Schließen der Geräteanschlussarmatur (Gashahn) und der Zwischenabsperreinrichtung der Schülergasversorgung bzw. durch Lösen des Anschlusssteckers von der Sicherheits-Gasanschlussarmatur unterbrochen werden.

Zwischenabsperreinrichtung

Vor Öffnen der Zwischenabsperreinrichtung ist zu prüfen, ob alle Geräteanschlussarmaturen (Gashähne) an den Schülertischen geschlossen sind.

Bei Geräteanschlussarmaturen nach DIN 3537 Teil 3 (herkömmlicher Gasanschluss mit Tülle und Schlauch) muss für die Übungsstände zusätzlich zur zentralen Absperreinrichtung eine weitere Absperreinrichtung (Zwischenabsperreinrichtung) und eine Sicherheitseinrichtung, z.B. Gasmangelsicherung, die sicherstellt, dass nur dann Gas eingelassen werden kann, wenn sämtliche Gasanschlussarmaturen geschlossen sind, eingebaut werden.
??? Bestandsschutz
Sicherheitseinrichtung und Zwischenabsperreinrichtung dürfen eine kombinierte Einrichtung sein (DVGW Arbeitsblatt G 621 Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsräumen).

Wenn Klinkenstecker (Geräteanschlussarmaturen nach DIN 3383 Teil 4) verwendet werden, ist anstelle von Teil I – 5.2 dieser Sicherheitsrichtlinie Ziffer 9.2.1.1 des DVGW-Arbeitsblattes G 621 anzuwenden.

Schließen der Gaszufuhr

Nach Beendigung des Unterrichts sind die Armaturen zu schließen und die Gaszufuhr der gesamten Gasanlage des Raumes zu unterbrechen und gegen unbefugtes Öffnen zu sichern.

Prüfung

Erdgasanlagen (Rohrleitungen, Sicherheitseinrichtungen und Absperrarmaturen) sollen mindestens alle 10 Jahre, ortsfeste Flüssiggasanlagen müssen mindestens alle 4 Jahre durch eine befähigte Person auf Dichtheit, ordnungsgemäße Beschaffenheit, Funktion und Aufstellung geprüft werden.
Das Ergebnis der Prüfung ist durch eine Prüfbescheinigung nachzuweisen.
Befähigte Person ist z.B. ein Gasinstallateur.

I – 5.3 Anforderungen an Flüssiggasanlagen

Aufstellung, Installation von Flüssiggasanlagen

Hinsichtlich Aufstellung, Installation und Betrieb von Flüssiggasanlagen gelten die Bestimmungen der UVV “Verwendung von Flüssiggas” (BGV/GUV-V D34).

Druckgasbehälter

Druckgasbehälter mit entzündlichen/entzündbaren Flüssiggasen sind stehend aufzubewahren und für die Entnahme aus der gasförmigen Phase stehend anzuschließen. Sie müssen so aufgestellt werden, dass eine Temperatur von 40°C nicht überschritten wird und sie gegen mechanische Beschädigungen geschützt sind.

Zur Versorgung von Verbrauchseinrichtungen darf pro Unterrichtsraum ein Druckgasbehälter bis zu einem zulässigen Füllgewicht von 14 kg aufgestellt sein. Die Flüssiggasflasche ist in einem verschließbaren Schrank aufzustellen, der den Luftaustausch mit der Raumluft erlaubt, z.B. durch unversperrbare Öffnungen in Bodennähe (freier Querschnitt mindestens 100 cm²).
Die Aufstellung von Flüssiggasflaschen entspricht Kapitel 10.2 der TRGS 510 "Lagerung" und Ziff. 9 des DVGW-Arbeitsblattes G 621 "Gasinstallation in Laborräumen und naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen; Planung, Erstellung, Änderung, Instandhaltung und Betrieb”.

Druckgasbehälter mit entzündlichen/entzündbaren Flüssiggasen dürfen nicht in Räumen unter Erdgleiche aufbewahrt werden. Dies gilt auch für Druckgaskartuschen.

I – 5.4 Kartuschenbrenner

Festinstallierte Gasanlagen sind Kartuschenbrennern vorzuziehen.

Kartuschenbrenner mit einem Rauminhalt der Druckgaskartusche von nicht mehr als 1 Liter dürfen in Räumen unter Erdgleiche benutzt werden, wenn sie nach Gebrauch in Räumen über Erdgleiche aufbewahrt werden.

Werden Kartuschenbrenner in Schränken aufbewahrt, müssen diese Öffnungen in Bodennähe haben.

Bei Kartuschenbrennern darf nur die Lehrerin/der Lehrer, die technische Assistentin oder der technische Assistent die Druckgaskartuschen auswechseln.

Es dürfen nur Kartuschenbrenner betrieben werden, bei denen ein unbeabsichtigtes Lösen der Druckgaskartuschen verhindert ist.

Schülerinnen und Schüler dürfen im Unterricht nur mit maximal 8 Kartuschenbrennern in Einwegbehältern (Ventilkartuschen) arbeiten, bei denen ein Entnahmeventil eingesetzt ist. Einwegbehälter, die angestochen werden müssen und bei denen nach Entfernen des Entnahmeventils ungehindert Gas ausströmen kann, dürfen ihnen nicht ausgehändigt werden.

Kartuschenbrenner müssen so betrieben werden, dass keine unzulässige Erwärmung der Druckgaskartuschen auftreten kann.

Kartuschenbrenner dürfen nur in solcher Gebrauchslage betrieben werden, dass das Flüssiggas nicht auslaufen kann.

Kartuschenbrenner müssen nach jeder Benutzung auf geschlossene Ventile und äußerlich erkennbare Mängel geprüft werden.

I – 6 Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen

I – 6.1 Begriffsbestimmungen

I – 6.1.1 Biologische Arbeitsstoffe

Nach § 2 (1) BioStoffV sind biologische Arbeitsstoffe Mikroorganismen, einschließlich gentechnisch veränderter Mikroorganismen, Zellkulturen und humanpathogene Endoparasiten, die beim Menschen Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können. Ein biologischer Arbeitsstoff ist auch ein mit transmissibler, spongiformer Enzephalopathie assoziiertes Agens (Prionen z.B. BSE), das beim Menschen eine Infektion oder eine übertragbare Krankheit verursachen kann.
Erläuterung: Unter dem Begriff der humanpathogenen Endoparasiten werden mikroskopisch kleine tierische Einzeller (Protozoen) und z.T. makroskopische Organismen, wie Würmer (z.B. Cestoda – Bandwürmer, Nematoda – Fadenwürmer, Trematoda - Saugwürmer) zusammengefasst, die in bestimmten Entwicklungsstadien im menschlichen Körper (Darm, Gewebe, Blut) schmarotzen.

I – 6.1.2 Risikogruppen

Nach § 3 BioStoffV werden biologische Arbeitsstoffe in Abhängigkeit des von ihnen ausgehenden Infektionsrisikos in vier Risikogruppen eingeteilt.

Risikogruppe (RG)	**Erkrankung**	**Verbreitung in der Bevölkerung**	**Vorbeugung oder Behandlung**
RG 1			
z.B. *Escherichia coli* K12, *Penicillium citrinum*, *Saccharomyces cerevisiae*	unwahrscheimnlich	ohne Bedeutung	nicht erforderlich
RG 2			
z.B. *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus*, *Salmonella typhimurium*	Möglich Gefahr für Beschäftigte kann bestehen	unwahrscheinlich	normalerweise möglich
RG 3			
z.B. *Mycobacterium tuberculosis*, HIV (RG 3**)	schwere Krankheit möglich ernste Gefahr für Beschäftigte kann bestehen	Gefahr kann bestehen	normalerweise möglich
RG 4			
z.B. Ebola- und Lassa-Virus	schwere Krankheit, ernste Gefahr für Beschäftigte	Gefahr ist groß	normalerweise nicht möglich

Abbildung 1: Risikogruppen nach § 3 BioStoffV

(**) Einige biologische Arbeitsstoffe werden in der Risikogruppe 3 mit zwei Sternchen (**) versehen, wenn eine Infektion normalerweise nicht über den Luftweg erfolgen kann. Das Infektionsrisiko ist in diesen Fällen begrenzt. Die Einstufung erfolgt in Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA).

I – 6.1.3 Tätigkeiten

Im Sinne der BioStoffV sind Tätigkeiten das Herstellen und Verwenden von biologischen Arbeitsstoffen, insbesondere das Isolieren, Erzeugen und Vermehren, das Aufschließen, das Ge- und Verbrauchen, das Be- und Verarbeiten, Ab- und Umfüllen, Mischen und Abtrennen sowie das innerschulische Befördern, das Lagern einschließlich Aufbewahren, das Inaktivieren und Entsorgen.
Für die Schule bedeutet dies, dass es sich bei der Durchführung von Experimenten mit Mikroorganismen um Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen gemäß BioStoffV handelt. Bei Experimenten mit menschlichen, tierischen oder pflanzlichen Probenmaterialien sowie mit Umweltproben können biologische Arbeitsstoffe ebenfalls eine Rolle spielen, so dass auch in diesen Fällen die BioStoffV zur Anwendung kommt.
Tätigkeiten nach der BioStoffV liegen nicht vor, wenn Lehrkraft und Schüler biologischen Einwirkungen über die Raumluft ausgesetzt sind, die in keinem Zusammenhang mit den Experimenten stehen. In derartigen Fällen ist die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) heranzuziehen.

I – 6.1.4 Gezielte Tätigkeiten

Nach § 2 (5) BioStoffV liegen gezielte Tätigkeiten vor, wenn
1. biologische Arbeitsstoffe mindestens der Spezies nach bekannt sind und
2. die Tätigkeiten auf einen oder mehrere biologische Arbeitsstoffe unmittelbar ausgerichtet sind und
3. die Exposition der Beschäftigten im Normalbetrieb hinreichend bekannt oder abschätzbar ist.

I – 6.1.5 Nicht gezielte Tätigkeiten

Nicht gezielte Tätigkeiten liegen vor, wenn mindestens eine der Voraussetzungen nach I-9.1.4 1, 2 oder 3 nicht gegeben ist, d. h. z.B. der biologische Arbeitsstoff der Spezies nach nicht bekannt oder die Exposition für Schüler und Lehrkräfte nicht hinreichend abschätzbar ist.

I – 6.1.6 Gentechnische Arbeiten im Sinne des Gentechnikgesetz

Bei gentechnischen Arbeiten im Sinne des Gentechnikgesetzes handelt es sich um sich um die Erzeugung, Verwendung, Vermehrung, Lagerung, Zerstörung oder Entsorgung sowie den innerschulischen Transport gentechnisch veränderter Organismen.

I – 6.1.7 Gentechnischer Organismus

Ein Organismus, dessen genetisches Material in einer Weise verändert worden ist, wie sie unter natürlichen Bedingungen durch Kreuzen oder natürliche Rekombination nicht vorkommt, wird als gentechnisch veränderter Organismus bezeichnet.

I – 6.1.8 Gentechnische Experimente

An Schulen werden insbesondere Versuche durchgeführt, die nicht als Verfahren der Veränderung genetischen Materials gelten und damit nicht unter das Gentechnikrecht fallen. Diese werden in dieser Regel als genetische Experimente bezeichnet. Dazu zählen z. B:
1. natürliche Prozesse wie Transformation
2. Mutagenese
3. Selbstklonierung nicht pathogener, natürlich vorkommender Organismen, bestehend aus
   a) der Entnahme von Nukleinsäuresequenzen aus Zellen eines Organismus,
   b) der Wiedereinführung der gesamten oder eines Teils der Nukleinsäuresequenz (oder eines synthetischen Äquivalents) in Zellen derselben Art oder in Zellen phylogenetisch eng verwandter Arten, die genetisches Material durch natürliche physiologische Prozesse austauschen können, und

c) einer eventuell vorausgehenden enzymatischen oder mechanischen Behandlung.

Zur Selbstklonierung kann auch die Anwendung von rekombinanten Vektoren zählen, wenn sie über lange Zeit sicher in diesem Organismus angewandt wurden.

I – 6.1.9 Schutzstufe

Die Schutzstufe umfasst die baulichen, technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen, die für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen entsprechend ihrer Gefährdung zum Schutz der Schüler und Lehrkräfte festgelegt oder empfohlen sind.

I - 6.1.10 Kontamination

Kontamination ist die über die gesundheitlich unbedenkliche Grundbelastung hinausgehende Belastung des Arbeitsplatzes mit biologischen Arbeitsstoffen.

I – 6.1.11 Sterilisation

Nach TRBA 100 ist Sterilisation die Abtötung bzw. Inaktivierung sämtlicher biologischen Arbeitsstoffe einschließlich deren Ruhestadien durch physikalische und/oder chemische Verfahren. Durch Sterilisation werden also z.B. Gegenstände, Einrichtungen, Stoffe keimfrei gemacht.

I – 6.2 Pflichten der Schulleiterinnen, der Schulleiter und der Lehrkräfte

Der Arbeitgeber – vor Ort vertreten durch den Schulleiter – ist dafür verantwortlich, dass

- die Gefährdungsbeurteilung nach § 8 der BioStoffV durchgeführt und dokumentiert wird (siehe I-0),
- die erforderlichen Schutz- und Hygienemaßnahmen getroffen werden,
- die Betriebsanweisung erstellt wird sowie
- die Unterweisung von Schülern, Lehrkräften und sonstigen Beschäftigten (z.B. Reinigungspersonal, Hausmeister, siehe I – 3.16.2) erfolgt .

Für sie bzw. ihn besteht die Möglichkeit bestimmte Aufgaben, die sich aus dieser Verantwortung ergeben, auf Lehrkräfte schriftlich zu übertragen, die in ihrem Bereich eigenverantwortlich tätig werden. Die Aufgabenübertragung entbindet die Schulleiterin/den Schulleiter jedoch nicht von seiner Aufsichts- und Organisationsverantwortung, die nach Landesrecht geregelt ist.

Für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Unterrichts ist die Lehrkraft verantwortlich.
Entsprechend den Zuständigkeitsregelungen im Schulwesen tragen die Sachkostenträger Verantwortung für Bau und Ausstattung der Schulen sowie Ver- und Entsorgung mit bzw. von Verbrauchsmaterialien.

I – 6.3 Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen

I – 6.3.1 Allgemeine Grundsätze

In einer Gefährdungsbeurteilung gemäß § 5 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) sind alle Arten von Gefährdungen zu berücksichtigen. Hierzu zählen auch solche, die im Zusammenhang mit biologischen Arbeitsstoffen nach §§ 5 bis 8 BioStoffV stehen.
Die Gefährdungsbeurteilung ist grundsätzlich vor Aufnahme der Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (z.B. Anzucht von Kulturen, Mikroskopieren) durchzuführen. Das heißt, dass diese im Rahmen der Versuchsvorbereitung erstellt werden muss (Siehe Teil I – 0).

Sie ist bei maßgeblichen Veränderungen zu aktualisieren. Dies bedingt nicht zwangsläufig, dass vor jedem Unterricht neue Gefährdungsbeurteilungen erstellt werden müssen, soweit für Standardversuche bereits entsprechende Dokumente für Gefährdungsbeurteilungen vorliegen.
Das Schema auf der folgenden Seite zeigt die einzelnen Schritte einer Gefährdungsbeurteilung.
Bei der Gefährdungsbeurteilung ist zu berücksichtigen, dass besondere Personengruppen (z.B. Schüler mit verminderter Immunabwehr, Schwangere) besondere Maßnahmen erfordern.
Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist nach § 6 ArbSchG in Verbindung mit § 8 BioStoffV zu dokumentieren

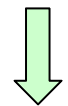
I – 6.3.2 Gefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe und Aufnahmewege

Biologische Arbeitsstoffe, die in den menschlichen Körper eingedrungen sind, lösen je nach Aufnahmeweg, Dosis und Immunlage unterschiedliche Reaktionen im menschlichen Körper aus.
In der Regel setzt das Eindringen einer körperfremden Substanz (Antigen), hier eines biologischen Arbeitsstoffes, einen Abwehrmechanismus in Gang, der darauf abzielt, das Antigen unschädlich zu machen.
Von biologischen Arbeitsstoffen können verschiedene Gefährdungen ausgehen:

1. infektiöse Wirkungen
2. toxische Wirkungen
3. sensibilisierende Wirkungen

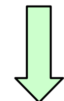
Bestimmen

der Betrachtungseinheit, z.B. Versuch XY



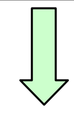
Ermitteln

aller Gefährdungen und Belastungen (mechanische, elektrische, thermische, physikalische, chemische, biologische) und andere Ursachen



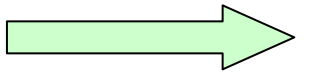
Abschätzen von

- Art und Ausmaß der möglichen Gesundheitsschäden und
- Eintrittswahrscheinlichkeit



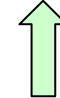
Ziele und Maßnahmen unter Berücksichtigung

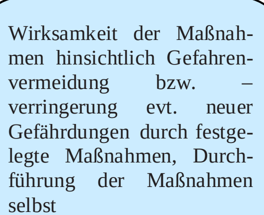
- des Standes der Technik, der Arbeitsmedizin und –wissenschaften
- der Gestaltung des Arbeitssystems
- der Erfordernisse besonders schutzbedürftiger Personen



Durchführen

der festgelegten Maßnahmen nach Prioritäten entsprechend Schwere und Eintrittswahrscheinlichkeit eines Gesundheitsschadens





Gefährdungsbeurteilung ist die Grundlage für einen ständigen Verbesserungsprozess

Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung
Festgelegte Maßnahmen
Ergebnis der Überprüfung der Maßnahmen
WER macht WAS bis WANN?

Abb. 2: Schema einer Gefährdungsbeurteilung

Unter **infektiösen Wirkungen** sind die Infektionen zu verstehen, die mit klinischen Symptomen einhergehen und somit eine Erkrankung unterschiedlicher Ausprägung hervorrufen. Bakterien, Viren, Pilze, Prionen und Parasiten können Auslöser einer Infektionserkrankung sein. Die Grundlage für die Einteilung der biologischen Arbeitsstoffe in Risikogruppen gemäß BioStoffV stellt alleinig das Infektionspotenzial dar. Die Zuordnung der biologischen Arbeitsstoffe ist in den Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA) nach zu lesen.

Die **toxischen Wirkungen** werden durch giftige Stoffe induziert, die biologischen Arbeitsstoffen entstammen. Man kann zwischen Endotoxinen und Exotoxinen unterscheiden. Exotoxine sind giftige Stoffe, die von Mikroorganismen produziert und ausgeschieden werden; dazu zählt z.B. das Botulinus-Toxin. Bei Endotoxinen handelt es sich um zelluläre Substanzen, wie z. B Membranbestandteile gram-negativer Bakterien, die erst dann freigesetzt werden, wenn sich die Zelle auflöst.

Die **sensibilisierenden Wirkungen** werden durch Allergene verursacht. Unter einem Allergen wird eine körperfremde, exogene Substanz verstanden, die eine Überempfindlichkeitsreaktion beim Menschen, eine allergische Reaktion, auslösen kann. Unter Sensibilisierung wird die Verstärkung der Empfindlichkeit des Immunsystems gegenüber einem Allergen verstanden. Weitere Hinweise können dem Beschluss 606 des Ausschusses für biologische Arbeitsstoffe (ABAS) entnommen werden.

Die Gefährdungen müssen einzeln betrachtet werden. Sensibilisierende und toxische Wirkungen können auch von biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 ausgehen.

Bevor biologische Arbeitsstoffe eine Gefährdung für den Menschen darstellen können, muss der biologische Arbeitsstoff zunächst einmal in den menschlichen Körper gelangen.

Dafür stehen Mikroorganismen, Parasiten usw. verschiedene Eintrittspforten und Übertragungswege zur Verfügung. Folgende Übertragungswege sind bei der Durchführung von Schülerexperimenten von Bedeutung:

1. Aerogen (über die Luft, z.B. durch Tröpfcheninfektion)/Inhalation
2. Oral (durch Verschlucken, z.B. Aufnahme durch die Nahrung)/Ingestion
3. Perkutan (durch verletzte oder unverletzte Haut oder Schleimhaut, z.B. Stich- oder Schnittverletzung, Biss oder Stich von Überträgern, wie Fuchs, Zecken, Insekten).

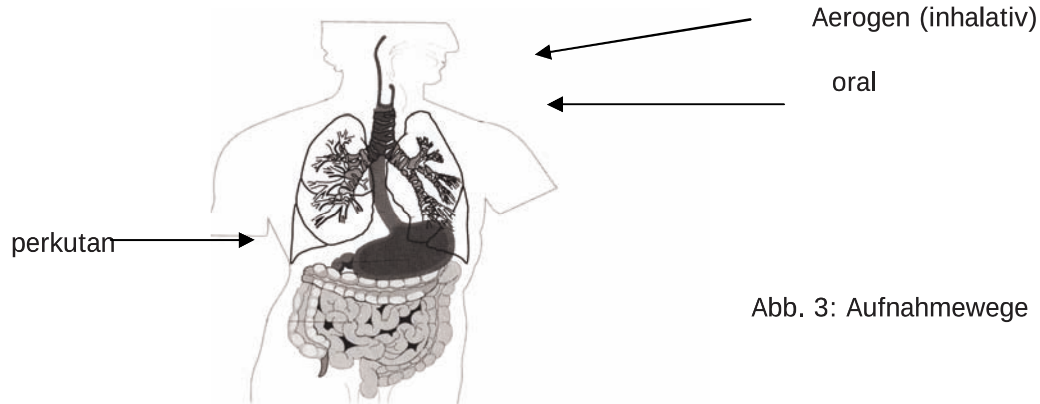


Abb. 3: Aufnahmewege

Ist ein Mikroorganismus in einen Wirtsorganismus eingedrungen und vermehrt sich dort, spricht man generell von einer Infektion.

Die Aufnahme- bzw. Übertragungswege spielen bei der Gefährdungsbeurteilung und Auswahl der Schutzmaßnahmen eine wichtige Rolle.

I – 6.3.3 Ermitteln der Gefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe, Informationsbeschaffung.

Entscheidend für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung ist die Informationsbeschaffung, um ausreichend Kenntnisse über die verwendeten biologischen Arbeitsstoffe, die Arbeitsabläufe und die mögliche Exposition zu erhalten.

Ein Ausgangspunkt bei der Informationsbeschaffung ist die Feststellung der Identität des biologischen Arbeitsstoffes. Die Einstufung der biologischen Arbeitsstoffe in Risikogruppen kann mit Hilfe der TRBA 460 (Pilze), 462 (Viren), 464 (Parasiten), 466 (Bakterien) ermittelt werden. Die Risikogruppe bezieht sich ausschließlich auf das Infektionspotenzial,

daher müssen zusätzlich mögliche sensibilisierende und toxische Wirkungen berücksichtigt werden. Beispielsweise können sensibilisierende und toxische Wirkungen durch Schimmelpilze der Risikogruppe 1 nicht ausgeschlossen werden.
Zudem muss der Fachlehrer weitere Informationen über Übertragungswege der Mikroorganismen, Arbeitsabläufe und damit freiwerdende biologische Arbeitsstoffe und mögliche Aufnahmepfade zusammentragen.
Für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Anwendungsbereich der BioStoffV wird zwischen gezielten und nicht gezielten Tätigkeiten unterschieden. Für beide Tätigkeiten muss eine Gefährdungsbeurteilung erstellt werden (Siehe Teil I – 0).

Gezielte Tätigkeiten:

Bei gezielten Tätigkeiten nach BioStoffV ist eine Zuordnung zu einer Risikogruppe einfach, da der verwendete biologische Arbeitsstoff der Spezies nach bekannt ist. Jeder eingesetzte biologische Arbeitsstoff ist dabei einzeln zu betrachten. Daran schließt sich die Zuordnung der Tätigkeiten zu der adäquaten Schutzstufe an, wobei sich die Schutzstufe nach dem biologischen Arbeitsstoff mit dem höchsten Gefährdungspotential richtet. An die festgelegte Schutzstufe sind bestimmte Schutzmaßnahmen geknüpft.

Bedingungen für gezielte Tätigkeiten:

1. Der biologische Arbeitsstoff ist mindestens der Spezies nach bekannt und
2. die Tätigkeit ist unmittelbar auf den biologischen Arbeitsstoff ausgerichtet und
3. die Exposition ist abschätzbar.

Gezielte Versuche mit biologischen Arbeitsstoffen im Schulbereich sind z.B. die alkoholische Gärung oder die Milchsäuregärung.

Zu den gezielten Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen zählen auch **genetische Experimente**.

Genetische Experimente

Die sog. Selbstklonierung nicht pathogener Organismen ist eine Anwendung gentechnischer Methoden, welche nicht als Verfahren zur Veränderung genetischen Materials im Sinne des Gentechnikgesetzes gilt (genetische Experimente). Darunter versteht man die Übertragung von DNA-Sequenzen, die in der Population der Empfängerorganismen *in vivo* vorkommen, zwischen Zellen derselben oder eng verwandter Arten. Zur Selbstklonierung kann auch die Anwendung von rekombinanten Vektoren zählen, wenn sie über lange Zeit in diesem Organismus angewandt wurden.

Ein Beispiel für eine Selbstklonierung an Schulen sind die Experimente im Blue-Genes-Kit (Experimentierkoffer vom Fonds der Chemischen Industrie). Hierbei wird eine DNA-Sequenz aus *E. coli* (*lacZ*-Gen) mittels eines pBR322-Vektors in *E. coli* K12 JM109 transformiert. Zur Selektion werden das Ampicillin-Resistenzgen des Vektors und die enzymatische Aktivität des *lacZ* Gens genutzt.
Da dieses genetische Experiment nicht unter das Gentechnikrecht fällt, sind die dort beschriebenen, zusätzlichen Maßnahmen nicht notwendig. Die in dieser Regel genannten Schutzmaßnahmen sind unabhängig davon anzuwenden.

In § 3 Abs. 3b und 3c Gentechnikgesetz (GenTG) sind weitere Verfahren aufgeführt auf die das Gesetz nicht anzuwenden ist.

Nicht gezielte Tätigkeiten:

Ist eine der drei Bedingungen für gezielte Tätigkeiten nicht erfüllt, spricht man von „nicht gezielten Tätigkeiten".
In vielen Fällen können bei nicht gezielten Tätigkeiten Mischkulturen vorliegen, bei denen die einzelnen biologischen Arbeitsstoffe nur mit großem Aufwand bestimmt werden könnten.

Nicht gezielte Tätigkeiten im Schulbereich sind z.B. Heuaufguss, Teichwasserproben und Abklatschkulturen.

Im Gegensatz zu gezielten Tätigkeiten ist bei nicht gezielten Tätigkeiten der biologische Arbeitsstoff mit der höchsten Gefährdung nicht unbedingt ausschlaggebend für die Zuordnung zu einer Schutzstufe. So müssen beispielsweise bei der Untersuchung von Bodenproben
- bei der auch immer Mikroorganismen der Risikogruppe 3 nachgewiesen werden können
- nicht automatisch Maßnahmen der Schutzstufe 3 ergriffen werden, weil die Konzentration der Risikogruppe 3 - Mikroorganismen nur sehr gering ist. So werden Untersuchungen von Bodenproben im Regelfall der Schutzstufe 1 zugeordnet.
Bei der Gefährdungsbeurteilung von nicht gezielten Tätigkeiten muss daher die Zuordnung zu einer Schutzstufe im Einzelfall entschieden werden und die Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen werden.

Tiere, Teile von Tieren oder Pflanzen sind zwar keine biologischen Arbeitsstoffe im Sinne der BioStoffV, Menschen, Tiere und Pflanzen sind jedoch natürlicherweise immer Träger biologischer Arbeitsstoffe (z.B. Magen-Darm-Flora). Bei entsprechenden Experimenten ist daher zu bedenken, dass es auch Infektionen gibt, die beispielsweise von Tieren auf den Menschen übertragbar sind.
Unter diese Problematik fällt auch die Infektion durch BSE-Erreger, die in Risikomaterial, wie z.B. Augen und Gehirn von Rindern, enthalten sein können. Deshalb ist auf die Präparation von Rinderaugen zu verzichten. Stattdessen können Schweineaugen verwendet werden.
Blutentnahme und anschließende Blutuntersuchungen sind unzulässig, da hierbei ein Kontakt mit Blut möglich ist und somit eine Übertragung z.B. von Hepatitis-Viren der Stämme A-G nicht ausgeschlossen werden kann. Alternativen siehe III – 3.5.

Gentechnischen Arbeiten im Sinne des Gentechnikgesetzes

Die Übertragung der DNA eines Spenderorganismus führt hier zu einer Veränderung genetischen Materials des Empfängerorganismus und damit zur Erzeugung eines gentechnisch veränderten Organismus.

Ein Beispiel für gentechnische Arbeiten im Sinne des Gentechnikrechts in der Schule sind Versuche mit dem Green Fluorescent Protein (GFP). Hier wird das GFP-Gen, das ursprünglich der Qualle *Aequoria victoria* entstammt, über Vektoren (Plasmide, z.B. pGLO) in den Bakterienstamm *E.coli* K12 eingebracht und dessen genetisches Material verändert (Erzeugung eines grün fluoreszierenden Bakteriums).

Werden gentechnische Arbeiten durchgeführt, unterliegen diese nicht der BioStoffV, soweit im Gentechnikrecht gleichwertige oder strengere Regelungen bestehen. Demnach sind bei diesen Tätigkeiten die Forderungen des Gentechnikgesetzes und nachgelagerter Regelungen z.B. Gentechnik-Sicherheitsverordnung (GenTSV), Gentechnik-Aufzeichnungsverordnung (GenTAufzV) usw. zu beachten.
Das bedeutet unter anderem, dass für entsprechende gentechnische Arbeiten an Schulen eine Zulassung zum S1-Labor und die Bestellung eines Projektleiters für gentechnische Arbeiten notwendig sind. In Vorbereitung solcher Arbeiten muss sich die Schulleitung mit der zuständigen Landesbehörde in Verbindung setzen.

I – 6.4 Schutzmaßnahmen

I – 6.4.1 Allgemeine Grundsätze

Nach § 10 BioStoffV hat der Arbeitgeber - vor Ort vertreten durch den Schulleiter - die erforderlichen Schutzmaßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz der Beschäftigten entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zu treffen.

Die Verwendung eines gesundheitsgefährdenden biologischen Arbeitsstoffes in Schulen ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Vor seiner Verwendung ist zu prüfen, ob er durch einen solchen mit geringerer Gesundheitsgefährdung ersetzt werden kann (Substitutionsgebot).
In der Schule sind gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppen 3 und 4 nicht erlaubt.

Je nach Schutzstufe müssen geeignete Maßnahmen nach dem Stand der Technik ermittelt und festgelegt werden. Schließt die Gefährdungsbeurteilung eine toxische oder sensibilisierende Wirkung der verwendeten biologischen Arbeitsstoffe nicht aus, sind ggf. zusätzliche Maßnahmen durchzuführen. Die Anwendung baulicher, technischer und organisatorischer Schutzmaßnahmen hat grundsätzlich Vorrang vor dem Einsatz persönlicher Schutzausrüstung.
HINWEIS: Bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen müssen zusätzlich immer weitere Gefährdungen berücksichtigt werden z.B. wenn Gefahrstoffe verwendet werden.

I-6.4.2 Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 1

Bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 ist das Auftreten einer Infektion für gesunde Personen unwahrscheinlich. Bei allen Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen müssen unabhängig von der Einstufung in Schutzstufen die allgemeinen Hygienemaßnahmen der Schutzstufe 1 eingehalten werden.

Bauliche Schutzmaßnahmen

Bei Bau und Einrichtung des Fachunterrichtsraumes sind im Hinblick auf Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen folgende Anforderungen zu berücksichtigen:
(1) Abstände von Schülerübungstischen sind so zu bemessen, dass Schüler sich bei praktischen Übungen und Arbeiten nicht gegenseitig behindern. Dies wird vermieden, wenn z.B. zwischen Schülerübungstischen Mindestabstände von 0,85 m – und wenn Schüler Rücken an Rücken arbeiten – von 1,50 m eingehalten sind (Unfallverhütungsvorschrift „Schulen“ GUV-V S1).
(2) Die Oberflächen der Experimentiertische und der Fußboden sollen leicht zu reinigen und müssen dicht und beständig gegen die verwendeten Stoffe und Reinigungsmittel ggf. Desinfektionsmittel sein.
(3) In Räumen, in denen mit Mikroorganismen gearbeitet wird, muss ein Handwaschplatz mit Seifenspender und Einmalhandtüchern ggf. Desinfektionsmittel vorhanden sein.
(4) Laborkittel - falls vorhanden - und Straßenbekleidung müssen getrennt aufbewahrt werden. Hierzu sind dann z.B. separate Hakenleisten vorzusehen.

Technische Schutzmaßnahmen

Bei Tätigkeiten der Schutzstufe 1 sind im Allgemeinen keine technischen Schutzmaßnahmen erforderlich.
Eine Ausnahme bildet die Verwendung von Schimmelpilzen der Risikogruppe 1. Hier kann eine sensibilisierende Wirkung nicht ausgeschlossen werden. Es empfiehlt sich in diesen Fällen grundsätzlich eine geschlossene Handhabung der Proben (Verschluss der Petrischalen nach der Inkubation mittels Klebeband). Ist eine offene Handhabung gewünscht (z.B. Herstellung eines „Tesafilmpräparats“), ist eine mikrobiologische Sicherheitswerkbank nach DIN EN 12469 bzw. ein Abzug zu verwenden.
Biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 1 können ohne Vorbehandlung entsorgt werden, sofern das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung dem nicht entgegensteht. Kann bei nicht gezielten Tätigkeiten das Auftreten von biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 2 nicht ausgeschlossen werden, sind die Kulturen vor der Entsorgung im Autoklaven oder Dampfdruckkochtopf zu sterilisieren. Der Erfolg der Sterilisation im Dampfdruckkochtopf ist abhängig von Temperatur und Druck. Es empfiehlt sich mit Hilfe von sporenbildenden Teststämmen (meist *Bacillus subtilis*, im Handel erhältlich) die Funktionsfähigkeit nachzuweisen bzw. die notwendige Sterilisationsdauer zu ermitteln. Einfache „Selbsttests“ mit in der Schule vorhandenen Versuchsstämmen in regelmäßigen Abständen (vor Verwendung oder mindestens einmal jährlich) sind erforderlich.

HINWEIS: Das im Handel erhältliche Autoklavierband ist kein verlässlicher Anzeiger dafür, dass der Dampfdruckkochtopf richtig funktioniert, sondern wird in der Forschung nur zur Unterscheidung behandelte – unbehandelte Probe verwendet !

Organisatorische Schutzmaßnahmen

Der Zugang zum Fachunterrichts- und Sammlungsraum ist auf autorisierte Personen zu beschränken (§ 21 Abs. 1 der GUV-V S1und siehe I – 2.1).

1. Arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisungen sind zu erstellen. Die Betriebsanweisungen müssen vor Aufnahme der Tätigkeit vorliegen. Eine Hilfestellung bietet die Musterbetriebsanweisung III – 3.4.
2. Bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen müssen die Schüler vor Aufnahme der Tätigkeiten anhand der Betriebsanweisung besonders umfassend unterwiesen, sorgfältig angeleitet und überwacht werden.
3. Für Tätigkeiten der Schutzstufe 1 nach Biostoffverordnung wird das Tragen eines Laborkittels nicht gefordert.
4. In den Fachunterrichtsräumen darf nicht getrunken, gegessen oder geraucht werden. Nahrungsmittel dürfen im Arbeitsbereich nicht aufbewahrt werden.
5. Bei allen Tätigkeiten muss darauf geachtet werden, dass Aerosolbildung soweit möglich vermieden wird. Fenster und Türen der Arbeitsbereiche sollen während der Tätigkeiten geschlossen sein.
6. Bei Anreicherung unbekannter Mischkulturen (z.B. Abklatschproben, Bodenproben, Fangplatten) ist eine offene Handhabung nach der Inkubation durch Abkleben mittels Klebeband zu vermeiden.
7. HINWEIS: Ein luftdichter Verschluss der Petrischalen während der Inkubation kann zu einer Anreicherung anaerober Mikroorganismen führen, die häufig der Risikogruppe 2 zuzuordnen sind (z.B. Abklatschprobe: *Staphylococcus aureus*; Bodenprobe: *Clostridium tetani*).
8. Mundpipettieren ist untersagt, Pipettierhilfen sind zu benutzen.
9. Spritzen und Kanülen sollen nur, wenn unbedingt nötig, benutzt werden. Auf eine sachgerechte Entsorgung ist zu achten.
10. Arbeitsbereiche müssen aufgeräumt und sauber gehalten werden. Auf den Arbeitstischen dürfen nur die tatsächlich benötigten Geräte und Materialien stehen. Vorräte dürfen nur in dafür bereit gestellten Bereichen und Schränken gelagert werden.
11. Nach Beendigung der Tätigkeit und vor Verlassen des Fachunterrichtsraumes müssen die Hände sorgfältig gewaschen, ggf. desinfiziert und rückgefettet werden.

Persönliche Schutzmaßnahmen

Bei Einhaltung der oben aufgeführten organisatorischen Schutzmaßnahmen ist eine persönliche Schutzausrüstung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 grundsätzlich nicht erforderlich.
Die Verwendung von Einmalhandschuhen bzw. anderer persönlicher Schutzausrüstung wird aber bei Kontakt mit bestimmten Gefahrstoffen oder zur Vermeidung von Verunreinigung der Kulturen notwendig. Eine geeignete persönliche Schutzausrüstung ist durch die Schule (Sachkostenträger) zur Verfügung zu stellen.
HINWEIS: Als Einmalhandschuhe werden solche aus Nitrilkautschuk empfohlen, wenn sich nicht auf Grund eingesetzter Gefahrstoffe andere Notwendigkeiten ergeben. Gepuderte Latexhandschuhe sind wegen ihres erhöhten Allergiepotenzials nicht zulässig!

I-6.4.3 Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 2

Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 2 können beim Menschen Krankheiten hervorrufen. Praktische Versuche, in denen biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 2 zum Einsatz kommen und die der Schutzstufe 2 zugeordnet werden, sollen daher so erfolgen, dass eine Exposition der Lehrkräfte und Schüler vermieden wird. Vor der Verwendung solcher Stoffe ist zu prüfen, ob sie durch solche mit geringerer Gesundheitsgefährdung ersetzt werden können (Substitutionsgebot, § 10 Abs. 2 Biostoffverordnung).

Für Tätigkeiten der Schutzstufe 2 sind grundsätzlich alle Schutzmaßnahmen, die bereits für die Schutzstufe 1 beschrieben worden sind, zu ergreifen. Ergänzend sind insbesondere folgende Maßnahmen durchzuführen:

Bauliche Schutzmaßnahmen

1. Für die Desinfektion und Reinigung der Hände müssen ein Waschbecken, dessen Armatur vorrangig ohne Handberührung (z.B. mit Einhebelarmatur) bedienbar sein sollte, und Desinfektionsmittel-, Handwaschmittel- und Einmalhandtuchspender vorhanden sein. Diese sind vorzugsweise in der Nähe der Fachraumtür anzubringen.
2. Einrichtungen zum Spülen der Augen müssen vorhanden sein. Hier haben sich Augenduschen nach DIN EN 15154 - 2 „Sicherheitsnotduschen - Augenduschen mit Wasseranschluss“ oder Handbrausen am Kaltwasseranschluss bewährt. Augenspülflaschen dürfen nicht verwendet werden, da sie mit Mikroorganismen kontaminiert sein können; zudem ist die Menge an Spülflüssigkeit zu gering.

HINWEIS: Um einer Verkeimung der Augenspüleinrichtung vorzubeugen, wird empfohlen diese einmal monatlich auf Funktionsfähigkeit zu prüfen und durchzuspülen!

Technische Schutzmaßnahmen

1. Tätigkeiten in der Schutzstufe 2 bei denen mit einer Gefährdung durch Bioaerosole zu rechnen ist, müssen in einer mikrobiologischen Sicherheitswerkbank oder vergleichbaren Einrichtungen (z.B. Abzug mit HEPA-Filter) durchgeführt werden. Hierzu zählt die offene Handhabung von über den Luftweg übertragbaren Mikroorganismen der Risikogruppe 2.
2. Bei der Zentrifugation sind Zentrifugen mit abgedichteten Rotoren bzw. Zentrifugenröhrchen zu verwenden.
3. Zur Sterilisation von Arbeitsgeräten und erregerhaltigen Abfällen sind Autoklaven zu nutzen. Werden Versuche in der Schutzstufe 2 regelmäßig durchgeführt, muss der Autoklav mit einem Abluftfilter ausgestattet sein.
4. HINWEIS: Die regelmäßige Wartung, Instandhaltung und Prüfung von technischen Einrichtungen sind sicher zu stellen!

Organisatorische Maßnahmen

1. Arbeitsbereiche in denen Tätigkeiten der Schutzstufe 2 durchgeführt werden, sind für diesen Zeitraum mit dem Symbol „Biogefährdung“ zu kennzeichnen.



Abb. 4: Symbol "Biogefährdung"

2. Abfälle mit biologischen Arbeitsstoffen sind in geeigneten und gekennzeichneten Behältern sicher zu sammeln und vor der Entsorgung zu autoklavieren. Anschließend können diese in den Restmüll oder in den Ausguss gegeben werden.
3. HINWEIS: Eine Kennzeichnung kann mit dem Symbol „Biogefährdung“ erfolgen.
4. Die Schwarz-Weiß-Trennung (z.B. Aufbewahrung von Straßen- und Schutzkleidung an zwei getrennten Hakenleisten) ist konsequent umzusetzen. Die Bereitstellung und Reinigung der Schutzkittel ist Aufgabe der Schulen. Die Reinigung kann in schuleigenen Waschmaschinen oder durch Firmen erfolgen.
5. Biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 2 sind dicht verschlossen und sicher zu transportieren und aufzubewahren.
6. Arbeitsgeräte und –flächen müssen nach Beendigung der Tätigkeit desinfiziert werden.
7. Das Reinigungspersonal ist anhand einer Betriebsanweisung über mögliche Gefährdungen zu informieren (Musterbetriebsanweisung siehe Anhang III – 3.4).

Persönliche Schutzmaßnahmen

Diese umfassen mindestens das Bereitstellen von Schutzkittel, Schutzhandschuhe sowie Schutzbrille. Sie sind in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zu tragen.

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Bei Einhaltung aller der für die Schutzstufe 2 geforderten Schutzmaßnahmen ist nicht von einer Infektionsgefährdung auszugehen. Somit ist gemäß § 15a (5) Punkt 2. BioStoffV das Angebot von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen für Lehrkräfte und Schüler im Regelfall nicht angezeigt.

Anzeige- und Aufzeichnungspflicht

Sollten im Einzelfall gezielte Tätigkeiten in der Schutzstufe 2 durchgeführt werden, so hat der Arbeitgeber (Schulleiterin oder Schulleiter) gemäß § 13 BioStoffV diese der zuständigen Behörde spätestens 30 Tage vor Aufnahme der Tätigkeit anzuzeigen.

Hinweis: Die in Schulen in der Schutzstufe 2 durchgeführten Experimente sind im Regelfall den nicht gezielten Tätigkeiten zuzuordnen und damit nicht anzeigepflichtig.

I – 7 Regelungen für den Umgang mit Lebewesen

I – 7.1 Umgang mit Tieren

Umgang mit Tieren in der Schule ist grundsätzlich erlaubt. Tiere, die Vergiftungen auslösen oder Krankheiten übertragen, dürfen nicht gehalten und nicht zu Demonstrations- und Beobachtungszwecken eingesetzt werden.[6]

Gesunde Haustiere dürfen in die Schule mitgebracht werden. Man kann von der Gesundheit der Tiere ausgehen, wenn sie regelmäßig den Tierarzt besuchen und bei ihnen keine Erkrankungen festgestellt wurde.

Das artgemäße Verhaltensbedürfnis der Tiere darf nicht so eingeschränkt werden, dass dem Tier Schmerzen, Schäden oder Leiden zugefügt werden.[7] Unsachgemäße Behandlung oder Haltung fördern die Aggressivität der Tiere und erhöhen so die Sicherheitsrisiken. Bei der Demonstration von Körperbau und Verhaltensweisen dürfen keine mit Schmerzen verbundenen Handlungen vorgenommen werden.
Tote Tiere oder deren Körperteile (z.B. Schweineaugen, Forellen) dürfen für den Unterricht nur aus dem Lebensmittelhandel bezogen werden.
Andere tote Tiere (Stopfpräparaten siehe Kapitel I – 7.2) oder deren Körperteile dürfen weder in die Schule gebracht noch im Unterricht eingesetzt werden, wenn eine Erkrankung dieser Tiere und mögliche Übertragung auf den Menschen nicht ausgeschlossen werden kann.

I – 7.2 Umgang mit Stopfpräparaten, Insektensammlungen

Begasungen von Bälgen, Stopfpräparaten und Insektensammlungen dürfen nur von einer zugelassenen Firma durchgeführt werden.
Alternativmaßnahme siehe Ziffer II – 3.1.

Da ältere Stopfpräparate mit heute nicht mehr zulässigen Konservierungsmitteln (z.B. Arsenverbindungen) kontaminiert sein können, sind sie gegen das Berühren durch Schüler zu sichern (z.B. Klarsichthülle).

---

6 Bei der Entnahme von Tieren aus dem Freiland ist zusätzlich der Artenschutz (Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege, Bundesartenschutzverordnung) zu beachten.

7 Tierschutzgesetz (TierSchG)

I – 7.3 Umgang mit Pflanzen und Pilzen

Ist durch die Arbeit mit Pflanzen und Pilzen eine Gefährdung nicht auszuschließen, sind Schüler über Vergiftungssymptome oder mögliche allergische Reaktionen zu informieren. Die einschlägigen Hygienevorschriften und Schutzmaßnahmen (z.B. Schutzhandschuhe) sind zu beachten. Verweis auf Teil II Herkulesstaude, Ambrosia „Giftpflanzenbroschüre“

I – 8 Umgang mit radioaktiven Stoffen

Rechtsgrundlagen

Der Umgang mit radioaktiven Stoffen an Schulen ist in der Strahlenschutzverordnung StrlSchV[8] und in der Fachkunderichtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung[9] geregelt.

I – 8.1 Begriffsbestimmungen

In § 3 StrlSchV finden sich die Begriffsbestimmungen. Radioaktive Stoffe im Sinne dieser Richtlinie sind alle radioaktiven Materialien, die wegen ihrer Radioaktivität für Unterrichtszwecke (Schulpräparate) eingesetzt werden, unabhängig von ihrer Aktivität und ihrer Form. Der Umgang mit radioaktiven Stoffen wird in Teil 2 der Strahlenschutzverordnung für genehmigungsfreie und genehmigungsbedürftige Tätigkeiten geregelt. Der Umgang mit radioaktiven Stoffen an Schulen fällt unter den Bereich der „Tätigkeiten“.

I – 8.1.1 Genehmigungsfreier Umgang (§ 8 StrlSchV)

Genehmigungsfrei ist der Umgang mit radioaktiven Stoffen, deren Aktivität die Freigrenze der Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 StrlSchV nicht überschreitet, und deren Konzentrationswerte die spezifische Aktivität nach Anlage III Tabelle 1 Spalte 3 StrlSchV nicht überschreitet sowie der Umgang mit bauartzugelassenen Vorrichtungen.

I – 8.1.2 Genehmigungsbedürftiger Umgang (§ 7 StrlSchV)

Genehmigungsbedürftig ist der Umgang, wenn mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird, deren Aktivität in ihrer Gesamtheit die Freigrenzen nach der Strahlenschutzverordnung übersteigt.

I – 8.1.3 Der Begriff der Freigrenzen

Bei mehreren Radionukliden ist die Summe der Quotienten aus der vorhandenen Aktivität (A_i) bzw. der spezifischen Aktivität (C_i) und den jeweiligen Freigrenzen FG_i der einzelnen Radionuklide zu berechnen (Summenformel), wobei i das jeweilige Radionuklid ist. Diese Summe darf den Wert 1 nicht überschreiten:

$$\sum_i \frac{A_i}{FG_i} \leq 1 \text{ bzw. } \sum_i \frac{C_i}{FG_i} \leq 1$$

Die Summenformel

Die Summenformel besagt, dass beim genehmigungsfreien Umgang mit radioaktiven Stoffen die Summe der prozentualen Anteile der Freigrenzen der einzelnen Nuklide höchstens 100 % betragen darf.

Dies bedeutet beispielsweise, dass ein Fachlehrer ohne die Anwesenheit des Strahlenschutzbeauftragten mit den folgenden radioaktiven Schulpräparaten umgehen darf, weil die Freigrenzen nach der Summenformel unterschritten sind.

Präparat	Aktivität in kBq	Freigrenze nach StrlSchV 2001 in kBq	Quotient

8 Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV), veröffentlicht am 26.07.2001

9 Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde (Fachkunde-Richtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung) vom 18.06.2004

Am-241	3,7	10	0,37
Ra-226	4,0	10	0,40
		Summe	0,77

Übersicht über die Freigrenzen ausgewählter Nuklide (kBq) nach Anlage III der StrlSchV:

NUKLID	Na-22	Co-60	Kr-85	Sr-90	Cs-137	Po-210
	kBq	kBq	kBq	kBq	kBq	kBq
FG StrlSchV 2001	1.000	100	10	10	10	10
NUKLID	Ra-226	Pu-238	U-235	U-238	Am-241	Th-232
	kBq	kBq	kBq	kBq	kBq	kBq
FG StrlSchV 2001	10	10	10	1	10	1

I – 8.1.4 Umschlossene radioaktive Stoffe

Nach § 3 StrlSchV sind dies radioaktive Stoffe, die ständig von einer allseitig dichten, festen, inaktiven Hülle umschlossen oder in festen inaktiven Stoffen ständig so eingebettet sind, dass bei üblicher betriebsmäßiger Beanspruchung ein Austritt radioaktiver Stoffe mit Sicherheit verhindert wird. Eine äußere Abmessung des Präparates muss mindestens 2 mm betragen. Bauartzugelassene Schulpräparate, deren Bauartzulassung nach der StrlSchV 2001 erfolgte, sind umschlossen und haben eine Aktivität bis zum 10fachen der Freigrenzen.

I – 8.1.5 Offene radioaktive Stoffe

Alle radioaktiven Stoffe mit Ausnahme der umschlossenen radioaktiven Stoffe.

I – 8.1.6 Dosis

Sammelbegriff für die aufgenommene Menge ionisierender Strahlung. Man unterscheidet:
Die Energiedosis D ist die durch Strahlung aufgenommene Energie dividiert durch die Masse des Körpers. Die Energiedosis D stellt eine physikalische Messgröße dar.

$$D = \frac{\Delta E}{m} \qquad [D] = 1\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}} = 1\ \mathrm{Gy}\ (Gray)$$

Die Äquivalentdosis H ist die durch einen Strahlungs-Wichtungsfaktor w_R hinsichtlich der physiologischen Wirksamkeit gewichtete Energiedosis.

$$H = \sum_R w_R \cdot \frac{\Delta E}{m} = \sum_R w_R \cdot D \qquad [H] = 1\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}} = 1\ \mathrm{Sv}\ (Sievert)$$

Die Strahlungs-Wichtungsfaktoren sind:

Art der Strahlung	γ, β^-, β^+	α	Neutronen
w_T	1	20	5-20

Die Organdosis wird wie die Äquivalentdosis berechnet, bezogen auf das spezielle Organ. Der Index „T“ steht für tissue (Gewebe).

$$H_T = \sum_R w_R \cdot \frac{\Delta E_T}{m_T} = \sum_R w_R \cdot D_T \quad [H_T] = 1\frac{\text{J}}{\text{kg}} = 1\ \text{Sv}$$

Ortsdosis
Äquivalentdosis, gemessen mit den in Anlage VI Teil A StrlSchV angegebenen Messgrößen an einem bestimmten Ort.

Dosisleistung (Ortsdosisleistung)
In einem bestimmten Zeitintervall aufgenommene Dosis, dividiert durch die Länge des Zeitintervalls.

Die effektive Dosis E ist die Dosis, bei deren Berechnung aus der Äquivalentdosis die unterschiedlichen Gewebe-Wichtungsfaktoren w_T der Organe des Körpers berücksichtigt werden.

$$H_E = \sum_T w_T \cdot H_T \quad [H_E] = 1\frac{\text{J}}{\text{kg}} = 1\ \text{Sv}\ \ (\text{Sievert})$$

Die Gewebe-Wichtungsfaktoren sind:

Gewebe	w_T
Haut, Knochenoberfläche	Je 0,01
Schilddrüse, Speiseröhre, Brust, Blase, Leber, Restkörper	Je 0,05
Knochenmark, Lunge, Dickdarm, Magen	Je 0,12
Keimdrüsen	0,20

I – 8.1.7 Bauartzugelassene Vorrichtungen

Bauartzugelassene radioaktive Schulpräparate nach StrlSchV 2001 enthalten maximal das 10fache der Freigrenzen der für das jeweilige Nuklid festgelegten Aktivität. Dabei handelt es sich um sonstige radioaktive Stoffe, die umschlossen und berührungssicher abgedeckt sind. Die Ortsdosisleistung muss im Abstand von 10 cm unterhalb von 1 µSv/h liegen.

I – 8.1.8 Strahlenschutzbereiche

Die Strahlenschutzverordnung verlangt beim genehmigungs- oder anzeigebedürftigen Umgang mit radioaktiven Stoffen die Einrichtung eines Überwachungsbereichs, wenn Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 Millisievert erhalten können. In einem solchen Bereich gelten besondere Zutrittsbeschränkungen (§ 37 (1) StrlSchV). In Schulen ist dafür Sorge zu tragen, dass kein Überwachungsbereich entsteht.

I – 8.2 Strahlenschutzgrundsätze (§ 6 Abs. 1 und 2 StrlSchV)

Zur Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und zur Dosisreduzierung für Mensch und Umwelt sind bei der Durchführung von Tätigkeiten:
1. Jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination zu vermeiden und
2. jede Strahlenexposition oder Kontamination unter Berücksichtigung alle Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der festgelegten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.

I – 8.3 Strahlenschutzorganisation an der Schule

Der Umgang mit radioaktiven Stoffen an Schulen erfordert eine Strahlenschutzorganisation. Zur Gewährleistung des Strahlenschutzes ist eine ausreichende Anzahl von Strahlenschutzbeauftragten zu bestellen, wenn radioaktive Schulpräparate vorhanden sind.

I – 8.3.1 Der Strahlenschutzverantwortliche

Der Sachkostenträger ist gem. § 31 Abs. 1 StrlSchV Strahlenschutzverantwortlicher. Ihm obliegt die Verantwortung über den Umgang mit radioaktiven Stoffen nach der Strahlenschutzverordnung und den sich daraus ergebenden Verpflichtungen. Der Strahlenschutzverantwortliche kann bestimmte Aufgaben und Pflichten, siehe I – 8.3.2, an Schulleiterinnen oder Schulleiter als Strahlenschutzbevollmächtigte schriftlich delegieren. Sowohl die Bestellung als auch die Entpflichtung von Strahlenschutzbevollmächtigten sind der zuständigen Behörde mitzuteilen.

I – 8.3.2 Der Strahlenschutzbevollmächtigte

Der Strahlenschutzbevollmächtigte nimmt gemäß der Bestellung nach I - 8.3.1 die Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen in der Schule wahr. Der Strahlenschutzbevollmächtigte

1. wirkt beim Sachkostenträger auf die Bereitstellung von Räumen, die notwendigen Ausrüstungen und die erforderlichen Geräte hin, die für die Verwendung von radioaktiven Stoffen geeignet sind, soweit dieser Umgang in den Richtlinien für den Unterricht, z.B. den Lehrplänen, vorgesehen ist,
2. sorgt für eine Regelung (§ 33 StrlSchV) innerhalb der Schule bzgl. der Schlüsselgewalt und der Entnahme bzw. Rückführung entnommener Präparate,
3. bestellt und entpflichtet Lehrkräfte zu Strahlenschutzbeauftragten (§ 31 Abs. 2 StrlSchV) in ausreichender Zahl (mindestens ein Strahlenschutzbeauftragter und ein Vertreter) in schriftlicher Form. In dieser Bestellung werden die innerschulischen Entscheidungsbereiche beschrieben sowie Aufgaben und Pflichten übertragen (Muster Anlagen Teil III – 4.2). Es können nur Lehrkräfte mit gültiger Fachkunde nach § 30 StrlSchV als Strahlenschutzbeauftragte bestellt werden. Die Bestellung bedarf der Zustimmung der Lehrkraft,
4. teilt die Bestellung, Änderung der Aufgaben und Befugnisse (Entscheidungsbereiche) oder das Ausscheiden von Strahlenschutzbeauftragten (§ 31 Abs. 4 StrlSchV) unverzüglich der zuständigen Behörde mit,
5. erlässt eine Strahlenschutzanweisung nach § 34 StrlSchV für den Umgang mit den vorhandenen radioaktiven Präparaten an der Schule (Anlagen Muster Teil III – 4.3),
6. übermittelt die notwendigen Anzeigen und Mitteilungen an die nach Strahlenschutzverordnung zuständige Behörde (Anlagen Muster Teil III),
7. teilt spätestens zum 31. Januar jeden Jahres den Bestand an radioaktiven Präparaten an die nach Strahlenschutzverordnung zuständige Behörde mit (§ 70 StrlSchV). Ein Muster für eine Bestandsmitteilung siehe (Anlagen Muster Teil III – 4.4),
8. teilt den Erwerb oder die Abgabe von radioaktiven Präparaten (§ 70 StrlSchV), innerhalb eines Monats der zuständigen Behörde mit,
9. sorgt für eine ordnungsgemäße Buchführung der Unterlagen zum Erwerb oder zur Abgabe radioaktiver Präparate,
10. teilt das Abhandenkommen radioaktiver Stoffe der zuständigen Behörde unverzüglich mit,
11. stellt den Strahlenschutzbeauftragten die erforderlichen Unterlagen (Zulassungsscheine, Prüfzertifikate) zur Verfügung,
12. stellt sicher, dass gemäß § 35 StrlSchV eine aktuelle Strahlenschutzverordnung ständig in gedruckter Form verfügbar ist,
13. sorgt für die Beseitigung der Mängel, die ihm bekannt werden,
14. ist bei genehmigungspflichtigem Umgang nach § 7 StrlSchV zur Zusammenarbeit mit dem Personalrat und den im Strahlenschutz unterrichteten Fachkräften für Arbeitssicherheit verpflichtet,
15. stellt sicher, dass die Strahlenschutzbeauftragten ihre Fachkunde innerhalb von fünf Jahren aktualisieren.

Der Strahlenschutzbevollmächtigte ist der Ansprechpartner gegenüber den zuständigen Behörden, sofern der Strahlenschutzverantwortliche keine andere Regelung verfügt hat. In diesem Zusammenhang hat er alle Anzeigen und Mitteilungen über den Sachkostenträger an die zuständigen Behörden weiter zu leiten. Desweiteren sind alle erforderlichen Maßnahmen dem Strahlenschutzverantwortlichen zu melden.

I – 8.3.3 Die Strahlenschutzbeauftragten

Die Strahlenschutzbeauftragten sind fachlich für die Einhaltung der in I – 8.3.2 aufgeführten Regelungen zuständig. Dazu gehören insbesondere die

- Einhaltung der Strahlenschutzgrundsätze und der in der Strahlenschutz-Anweisung aufgeführten Regelungen,
- Wahrnehmung der in der Beauftragung genannten Entscheidungsbereiche,
- unverzügliche Mitteilung von Mängeln an den Strahlenschutzbevollmächtigten,
- Aktualisierung ihrer Fachkunde jeweils innerhalb von fünf Jahren.

I – 8.4 Fachkunde und Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz für Strahlenschutzbeauftragte

Die Strahlenschutzbeauftragten erwerben ihre Fachkunde durch ein abgeschlossenes Lehramtsstudium der Fachrichtungen Physik, Chemie oder verwandter Fachrichtungen und durch eine erfolgreiche Teilnahme an einem anerkannten Strahlenschutzkurs nach der Fachkunderichtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung (Fachkundegruppe 7.1), welche nicht länger als 5 Jahre zurückliegen darf. Nach Prüfung der Voraussetzungen wird ggf. auf Antrag von der zuständigen Behörde gemäß § 30 Abs. 1 StrlSchV eine Fachkundebescheinigung (Anlage Muster Teil III – 4.5) ausgestellt.

Die Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz gemäß § 30 Abs. 2 StrlSchV erfolgt durch den erfolgreichen Besuch eines von der zuständigen Behörde anerkannten Kurses nach der Fachkunderichtlinie Technik und ist innerhalb von 5 Jahren erforderlich. Auf Antrag kann die zuständige Behörde gemäß § 30 Abs. 2 Satz 2 StrlSchV die Aktualisierung der Fachkunde auch bescheinigen, wenn diese auf andere geeignete Weise nachgewiesen wird (zum Beispiel bei Vortragstätigkeit im Strahlenschutz). Die Kursbescheinigung ist auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen.

Es wird dringend empfohlen, dass Lehrkräfte, die mit radioaktiven Schulpräparaten umgehen, die Fachkunde erwerben und als Teil der Berufsqualifikation regelmäßig aktualisieren. Nur fachkundige Lehrkräfte sind z.B. in der Lage zu entscheiden, ob spezielle Schutzmaßnahmen oder eine Strahlenschutzbeauftragung notwendig sind.

I – 8.5 Umgang mit bauartzugelassenen radioaktiven Schulpräparaten

I – 8.5.1 Bauartzugelassene Schulpräparate nach der StrlSchV 1989 (bis 2001)

Aufgrund von Übergangsvorschriften der Strahlenschutzverordnung (§ 117 StrlSchV) dürfen radioaktive bauartzugelassene Schulpräparate, die vor dem 01.08.2001 angezeigt und in Betrieb genommen wurden, nach altem Recht weiter betrieben werden. Dabei ist zu beachten, dass „alte“ bauartzugelassene Schulpräparate nicht weitergegeben werden dürfen, es sei denn, der Empfänger verfügt über eine Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV. Bei organisatorischen Veränderungen (Schulzusammenlegungen und Schulauflösungen) entscheidet die nach dem Strahlenschutzrecht zuständige Behörde.
An diesen bauartzugelassenen Vorrichtungen waren bis zum 1. August 2006 und dann alle 10 Jahre Dichtheitsprüfungen auf Unversehrtheit und Kontaminationsfreiheit von einem nach § 66 Abs. 1 StrlSchV nach Landesrecht bestimmten Sachverständigen erforderlich, wenn die eingefügte Aktivität das 10fache der Freigrenze der Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 StrlSchV überschreitet. Für ältere bauartzugelassene Schulpräparate, deren Aktivität weniger als das 10fache der Freigrenze nach Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 StrlSchV beträgt, sind Dichtheitsprüfungen dann erforderlich, wenn dies durch die Zulassungsbehörde im Bauartzulassungsschreiben vermerkt ist.

I – 8.5.2 Bauartzugelassene Schulpräparate nach der StrlSchV 2001

Wird ausschließlich mit bauartzugelassenen radioaktiven Schulpräparaten mit Zulassungen nach der StrlSchV 2001 umgegangen, sind folgende Pflichten gemäß § 27 Abs. 2 StrlSchV zu erfüllen:

1. Es dürfen keine Änderungen an den bauartzugelassenen Vorrichtungen vorgenommen werden.

2. Beschädigungen müssen unverzüglich der zuständigen Behörde und dem Hersteller angezeigt werden.
3. Alle zehn Jahre ist eine Dichtheitsprüfung von einem anerkannten Sachverständigen[10] durchzuführen zu lassen. Stichtag ist der im Abdruck des Zulassungsscheines vermerkte Tag der Qualitätskontrolle. Die Zulassungsbehörde (Bundesamt für Strahlenschutz) kann abweichende Regelungen zur Durchführung von Dichtheitsprüfungen treffen.
4. Der Inhaber muss den Abdruck des Zulassungsscheines (§ 27 Abs. 1 Nr. 3 StrlSchV) und die Prüfbefunde (§ 27 Abs. 6 Satz 1) zusammen mit dem bauartzugelassenen radioaktiven Schulpräparat bereithalten.
5. Bei der Weitergabe von bauartzugelassenen Schulpräparaten muss ein Abdruck des Zulassungsscheines mit ausgehändigt werden und falls nach dem Zulassungsschein gefordert, das Ergebnis der durch einen anerkannten Sachverständigen (§ 66 Abs. 1 StrlSchV) durchgeführten Dichtheitsprüfung.
6. Außerdem ist sicherzustellen, dass bauartzugelassene Schulpräparate nach dem Nutzungsende wieder an den Hersteller zurückgegeben oder bei der jeweiligen Landessammelstelle abgegeben werden.

I – 8.6 Strahlenschutzanweisung

Sind an einer Schule radioaktive Stoffe mit einer Aktivität oberhalb der Freigrenzen vorhanden, so ist eine Strahlenschutzanweisung zu erstellen, in der die zu beachtenden Strahlenschutzmaßnahmen aufzuführen sind. Dazu gehört u. a. die Aufstellung eines Planes zur Organisation des Strahlenschutzes in der Schule. (Muster Anlagen Teil III – 4.3)

I – 8.7 Unterweisung

Falls an der Schule mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird, sind die beteiligten Lehrkräfte vom Strahlenschutzbeauftragten vor Aufnahme der Tätigkeit und mindestens einmal jährlich über die Arbeitsmethoden, die möglichen Gefahren, die Sicherheits- und Schutzmaßnahmen sowie die für die Tätigkeit betreffenden Regelungen zu unterweisen. Die Unterweisung kann Bestandteil sonstiger erforderlicher Unterweisungen (z.B. der Unterweisung nach der Gefahrstoffverordnung) sein.

I – 8.8 Besondere Schutzvorkehrungen

Besondere Schutzvorkehrungen sind dann zu treffen, wenn Lehrkräfte mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen, deren Aktivität die Freigrenzen der Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 und 3 StrlSchV, siehe auch I - 8.1.3 , überschreitet. Dann ist sicherzustellen, dass sie die erforderliche Schutzkleidung tragen und die erforderlichen Schutzausrüstungen verwenden. Es ist zu untersagen, dass sie oder andere Personen von dem Umgang herrührende radioaktive Stoffe in den Körper aufnehmen können, insbesondere durch Essen, Trinken, Rauchen, durch die Verwendung von Gesundheitspflegemitteln oder kosmetischen Mitteln. Dies gilt auch für Personen, die sich in Bereichen aufhalten, in denen mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird, deren Aktivität die Freigrenzen der Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 und 3 StrlSchV überschreitet. Radioaktive Stoffe dürfen an Arbeitsplätzen nur so lange und in solchen Aktivitäten vorhanden sein, wie es zum Erreichen des Unterrichtszieles erforderlich ist.

I – 8.9 Tätigkeitsbeschränkungen beim Umgang mit radioaktiven Stoffen

Schülerinnen und Schüler dürfen mit offenen radioaktiven Stoffen oberhalb der Freigrenzen nach Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 und 3 StrlSchV nicht umgehen, sie dürfen nur zuschauen. Der Umgang erfolgt ausschließlich durch den Strahlenschutzbeauftragten.
Schülerinnen und Schüler dürfen mit offenen radioaktiven Präparaten unterhalb der Freigrenze umgehen, wenn verfahrensbedingte Schutzmaßnahmen sicherstellen, dass eine Kontamination sicher ausgeschlossen werden kann, und ein Strahlenschutzbeauftragter anwesend ist, der unmittelbar die Aufsicht führt.
Schülerinnen und Schüler dürfen mit bauartzugelassenen radioaktiven Präparaten (nach I – 8.5.2) umgehen, wenn eine unterwiesene Lehrkraft unmittelbar Aufsicht führt.

---

10 Ein von der Behörde nach Landesrecht bestimmter Sachverständiger nach § 66 Abs. 1 StrlSchV

Schülerinnen und Schüler dürfen mit umschlossenen radioaktiven Präparaten unterhalb der Freigrenzen nach Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 und 3 StrlSchV umgehen, wenn eine unterwiesene Lehrkraft unmittelbar Aufsicht führt.
Die Summenformel ist zu beachten!

I – 8.10 Brandbekämpfung

Als vorbeugende Brandschutzmaßnahme ist die nach Landesrecht zuständige Stelle (z.B. die Brandschutzdienststelle) über den Bestand und den Aufbewahrungsort der radioaktiven Stoffe aktuell anhand des Feuerwehreinsatzplanes/Lageplan (vergleiche Ziffer I – 5.1 Druckgasflaschen) zu informieren. Auf Anforderung ist dieser Plan der zuständigen Behörde weiterzuleiten. Die radioaktiven Stoffe und Präparate in der Schule sind in der Regel in Gefahrengruppe I (§ 52 StrlSchV) einzuordnen, so dass spezielle Maßnahmen nicht notwendig sind. Die Räumlichkeiten sind mit Schildern nach Gefahrengruppe I zu kennzeichnen. (Muster Anlage Teil III – 2.3.2)

I – 8.11 Grenzwerte der Strahlenexposition

Bei den Tätigkeiten in der Schule gelten die in § 46 der StrlSchV festgelegten Grenzwerte für Einzelpersonen der Bevölkerung: Die effektive Dosis durch Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten nach § 2 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchV darf ein Millisievert im Kalenderjahr nicht überschreiten. Bei Einhaltung der in der RISU festgelegten Regeln wird diese effektive Dosis nicht überschritten.

I – 8.12 Strahlungsmessgeräte an Schulen

Solange in der Schule keine Strahlenschutzbereiche nach § 36 StrlSchV (Überwachungsbereich, Kontrollbereich) entstehen, sieht die Strahlenschutzverordnung keine dosimetrische Überwachung der Personen oder Räume vor. In der Praxis ist beim genehmigungspflichtigen Umgang mit radioaktiven Stoffen das Vorhandensein eines geeigneten Messgerätes erforderlich, um z.B. die Arbeitsflächen auf Kontamination hin kontrollieren zu können.

I – 8.13 Aufbewahrung von radioaktiven Stoffen

Die in der Schule verwendeten radioaktiven Stoffe sind, solange sie nicht verwendet werden, diebstahlgeschützt (vergleiche auch I – 3.12.6) und erforderlichenfalls in ihren Schutzbehältern aufzubewahren (§ 65 StrlSchV). In der Regel reicht dazu die Aufbewahrung in einem verschlossenen und gesicherten Stahlblechschrank in einem Sammlungsraum aus.

I – 8.14 Kennzeichnungspflicht

Radioaktive Stoffe sowie die zugehörigen Schutzbehälter, Aufbewahrungsgefäße und Umhüllungen sind sichtbar und dauerhaft mit dem Strahlenzeichen und – soweit dies möglich ist – mit den Worten „RADIOAKTIV“ oder „VORSICHT – STRAHLUNG“ zu kennzeichnen (§ 68 StrlSchV in Verbindung mit Anlage IX StrlSchV). Auf diese Weise gekennzeichnete Behälter dürfen nur zur Aufbewahrung von radioaktiven Stoffen verwendet werden. Bei Experimenten mit radioaktiven Stoffen oder Präparaten ist der Versuchsaufbau mit dem Strahlenzeichen[11] zu kennzeichnen.

I – 8.15 Abgabe von radioaktiven Stoffen

Wer umschlossene radioaktive Stoffe an einen anderen zur weiteren Verwendung abgibt, hat dem Erwerber Dichtheit und Kontaminationsfreiheit der Hülle zu bescheinigen. Die Abgabe darf nur erfolgen, wenn der Annehmende über eine entsprechende Genehmigung verfügt. Das gilt besonders für radioaktive Präparate, deren Bauartzulassung abgelaufen ist. (vergl. Übergangsvorschrift § 117 StrlSchV)

11

I – 8.16 Buchführung und Mitteilung

Jede Änderung des Bestands (Erwerb, Abgabe, etc.) an radioaktiven Stoffen ist der zuständigen Behörde unter Angabe von Art und Aktivität innerhalb eines Monats anzuzeigen (§ 70 StrlSchV).
Der Erwerb, die Abgabe oder der sonstige Verbleib von radioaktiven Stoffen ist unter Angabe von Art und Aktivität listenmäßig zu erfassen (Buchführung).
Der Bestand an radioaktiven Stoffen oberhalb der Freigrenzen nach Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 StrlSchV mit Halbwertszeiten von mehr als 100 Tagen ist der zuständigen Behörde spätestens zum 31. Januar jeden Jahres mitzuteilen.
Die Unterlagen sind 30 Jahre ab dem Zeitpunkt des Erwerbs, der Abgabe usw. aufzubewahren und ggf. auf Verlangen der zuständigen Behörde bei dieser zu hinterlegen.

I – 8.17 Abhandenkommen, Fund, Erlangung der tatsächlichen Gewalt

Kommt in der Schule ein gelistetes radioaktives Präparat abhanden, so ist dies der zuständigen Behörde und dem Sachkostenträger unverzüglich mitzuteilen (§ 71 StrlSchV).
Wer radioaktive Stoffe findet oder ohne seinen Willen die tatsächliche Gewalt über radioaktive Stoffe erlangt oder die tatsächliche Gewalt über radioaktive Stoffe erlangt hat, hat dies der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde oder der für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung zuständigen Behörde unverzüglich mitzuteilen. Dies ist z.B. der Fall, wenn Schülerinnen und Schüler radioaktive Stoffe (Zifferblätter, Gesteinsproben, etc.) mit in die Schule bringen.

I – 8.18 Entsorgung von nicht mehr benutzten radioaktiven Stoffen oder von Präparaten

Bei bauartzugelassenen Präparaten ist die Vorrichtung nach Beendigung der Nutzung an den Hersteller/Lieferanten zurückzugeben oder an eine Landessammelstelle abzuliefern. Radioaktive Abfälle sind an eine Landessammelstelle abzugeben.

I – 9 Betrieb von Schulröntgeneinrichtungen und Störstrahlern

I – 9.1 Rechtsgrundlagen

Der Betrieb von Schulröntgengeräten werden in der Röntgenverordnung RöV[12] und in der Fachkunde-Richtlinie Technik nach der Röntgenverordnung[13] geregelt. Die Röntgenverordnung gilt für Röntgeneinrichtungen und Störstrahler, in denen Röntgenstrahlung mit einer Grenzenergie von mindestens fünf Kiloelektronvolt durch beschleunigte Elektronen erzeugt werden kann und bei denen die Beschleunigung der Elektronen auf eine Energie von einem Megaelektronvolt begrenzt ist.
Im Unterricht in allgemein bildenden Schulen dürfen gemäß §4 Abs. 3 Satz 3 RöV nur Röntgeneinrichtungen verwendet werden, die als Schulröntgeneinrichtungen bauartzugelassen sind.

I – 9.2 Begriffsbestimmungen

In § 2 RöV finden sich die Begriffsbestimmungen. Der Umgang mit Schulröntgeneinrichtungen fällt unter den Bereich der „Tätigkeiten“. Die folgenden Begriffe sind für den Bereich der Nutzung von Schulröntgeneinrichtungen relevant:

I – 9.2.1 Vollschutzgeräte

Vollschutzgeräten sind Geräte, bei denen sichergestellt sein muss, dass

- das Schutzgehäuse außer der Röntgenröhre oder dem Röntgenstrahler auch den zu behandelnden oder zu untersuchenden Gegenstand vollständig umschließt,
- die Ortsdosisleistung im Abstand von 0,1 Meter von der berührbaren Oberfläche des Schutzgehäuses 7,5 Mikrosievert durch Stunde bei den vom Hersteller oder Einführer angegebenen maximalen Betriebsbedingungen nicht überschreitet,
- durch zwei voneinander unabhängige Vorrichtungen sichergestellt ist, dass die Röntgenröhre oder der Röntgenstrahler nur bei vollständig geschlossenem Schutzgehäuse

---

12 Aktualisiert veröffentlicht am 30. April 2003
13 Aktualisiert vom 27. Mai 2003 (GMBl S. 638)

betrieben werden kann oder bei Untersuchungsverfahren, die einen kontinuierlichen Betrieb des Röntgenstrahlers erfordern, das Schutzgehäuse während des Betriebes des Röntgenstrahlers nur bei geschlossenem Strahlenaustrittsfenster geöffnet werden kann und hierbei im Inneren des Schutzgehäuses die Ortsdosisleistung 7,5 Mikrosievert durch Stunde nicht überschreitet.

I – 9.2.2 Schulröntgeneinrichtung

Eine Schulröntgeneinrichtung ist eine Röntgeneinrichtung zum Betrieb im Zusammenhang mit dem Unterricht in Schulen, die den Vorschriften der Anlage 2 Nr. 4 RöV entspricht. Schulröntgeneinrichtungen sind Vollschutzgeräte, bei denen sichergestellt ist, dass die vom Hersteller oder Einführer angegebenen maximalen Betriebsbedingungen nicht überschritten werden können. Schulröntgeneinrichtungen sind als solche bauartzugelassen.

I – 9.2.3 Betriebsbedingungen, maximale:

Die maximalen Betriebsbedingungen sind die Kombination der technischen Einstellparameter, die unter normalen Betriebsbedingungen bei Röntgenstrahlern, Röntgeneinrichtungen und Störstrahlern zur höchsten Ortsdosisleistung führen. Hierzu gehören die Spannung für die Beschleunigung von Elektronen, der Röntgenröhrenstrom und gegebenenfalls weitere Parameter wie Einschaltzeit oder Elektrodenabstand.

I – 9.2.4 Dosis

siehe I-8.1.6

I – 9.2.5 Störstrahler:

Störstrahler sind Geräte oder Vorrichtungen, in denen ausschließlich Elektronen beschleunigt werden und die Röntgenstrahlung erzeugen, ohne dass sie zu diesem Zweck betrieben werden. Als Störstrahler gelten auch Elektronenmikroskope, bei denen die erzeugte Röntgenstrahlung durch Detektoren ausgewertet wird und bestimmte Röhren (z.B. Elektronenstrahlablenkröhre), in denen Elektronen beschleunigt werden. Die Röntgenverordnung betrifft Störstrahler mit einer Mindestenergie der beschleunigten Elektronen von 5 keV.

I – 9.3 Strahlenschutzgrundsätze (§ 15 Abs. 1 RöV)

Der Strahlenschutzverantwortliche hat unter Beachtung des Standes der Technik zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor den schädlichen Wirkungen von Röntgenstrahlung durch geeignete Schutzmaßnahmen zu sorgen: Dies geschieht insbesondere durch Bereitstellung geeigneter Räume, Schutzvorrichtungen, Geräte und Schutzausrüstungen für Personen, durch geeignete Regelung des Betriebsablaufs und durch Bereitstellung ausreichenden und geeigneten Personals, erforderlichenfalls durch Außerbetriebsetzung.
Es ist dafür zu sorgen, dass

1. jede unnötige Strahlenexposition von Menschen vermieden wird,
2. jede Strahlenexposition von Menschen unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles auch unterhalb festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich gehalten wird.

I – 9.4 Strahlenschutzorganisation in der Schule

Die Strahlenschutzorganisation wird in § 13, § 14 und § 15 der RöV geregelt. Die Regelungen entsprechen denen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen, welche in I – 8.3 ausführlich dargelegt sind.

I – 9.4.1 Der Strahlenschutzverantwortliche

Der Sachkostenträger ist gem. § 13 Abs. 1 RöV Strahlenschutzverantwortlicher. Ihm obliegt die Verantwortung über den Umgang mit Schulröntgeneinrichtungen nach der Röntgenverordnung und den sich daraus ergebenden Verpflichtungen. Der Strahlenschutzverantwortliche kann bestimmte Aufgaben und Pflichten, siehe I – 9.4.2, an Schulleiterinnen oder Schulleiter als Strahlenschutzbevollmächtigte schriftlich delegieren. Sowohl die Bestellung als auch die Entpflichtung von Strahlenschutzbevollmächtigten sind der zuständigen Behörde mitzuteilen.

I – 9.4.2 Der Strahlenschutzbevollmächtigte

Der Strahlenschutzbevollmächtigte nimmt gemäß der Bestellung nach I – 9.4.1 die Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen in der Schule wahr. Der Strahlenschutzbevollmächtigte

1. wirkt beim Sachkostenträger auf die Bereitstellung von Räumen, die notwendigen Ausrüstungen und die erforderlichen Geräte hin, die für die Verwendung von Schulröntgeneinrichtungen notwendig sind,
2. bestellt und entpflichtet Lehrkräfte zu Strahlenschutzbeauftragten (§ 13 Abs. 5 RöV) in ausreichender Zahl (mindestens ein Strahlenschutzbeauftragter und ein Vertreter). In dieser Bestellung werden die innerschulischen Entscheidungsbereiche beschrieben sowie Aufgaben und Pflichten übertragen (Muster Anlage Teil III – 4.2). Es können nur Lehrkräfte mit gültigem Fachkundenachweis nach § 18 RöV als Strahlenschutzbeauftragte bestellt werden. Die Bestellung bedarf der Zustimmung der Lehrkraft,
3. sorgt dafür, dass mit Schulröntgengeräten nur Strahlenschutzbeauftragte umgehen und Schüler nur in Anwesenheit und unter Aufsicht des zuständigen Strahlenschutzbeauftragten mitwirken,
4. teilt die Bestellung, Änderung der Aufgaben und Befugnisse (Entscheidungsbereiche) oder das Ausscheiden von Strahlenschutzbeauftragten (§ 18 Abs. 5 RöV) unverzüglich der zuständigen Behörde mit,
5. erlässt eine Strahlenschutzanweisung nach § 15a RöV für den Umgang mit der Schulröntgeneinrichtung, falls die zuständige Behörde ihn dazu verpflichtet (Anlagen Muster Teil III – 4.3),
6. übermittelt die notwendigen Anzeigen und Mitteilungen an die nach Strahlenschutzverordnung zuständige Behörde (Muster Anlage Teil III),
7. zeigt die Erstinbetriebnahme des Schulröntgengerätes spätestens 14 Tage vorher der zuständigen Behörde an (Anlagen Muster Teil III),
8. sorgt für die regelmäßige Funktionsprüfung und Wartung von Röntgeneinrichtungen oder Störstrahlern einschließlich der Ausrüstungen und Vorrichtungen, die für den Strahlenschutz wesentlich sind, sowie die Führung von Aufzeichnungen über die Wartungen,
9. sorgt für die Einhaltung der Prüffrist des Schulröntgengerätes alle 5 Jahre,
10. sorgt für eine Regelung des Schutzes gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter oder gegen das unerlaubte Inbetriebsetzen einer Röntgeneinrichtung oder eines Störstrahlers,
11. regelt, dass die Vorschriften der Bauartzulassung und der Betriebsanleitung bei der Nutzung des Schulröntgengerätes eingehalten werden,
12. stellt den Strahlenschutzbeauftragten die erforderlichen Unterlagen (Bauartzulassungsschein, Prüfzertifikate) zur Verfügung,
13. stellt sicher, dass gemäß eine aktuelle Röntgenverordnung ständig verfügbar ist,
14. sorgt für die Beseitigung der Mängel, die ihm bekannt werden.

Der Strahlenschutzbevollmächtigte ist der Ansprechpartner gegenüber den zuständigen Behörden, sofern der Strahlenschutzverantwortliche keine andere Regelung verfügt hat. In diesem Zusammenhang hat er alle Anzeigen und Mitteilungen über den Strahlenschutzverantwortlichen an die zuständigen Behörden weiter zu leiten. Desweiteren sind alle erforderlichen Maßnahmen dem Strahlenschutzverantwortlichen zu melden.

I – 9.4.3 Die Strahlenschutzbeauftragten

Die Strahlenschutzbeauftragten sind fachlich für die Einhaltung der in I – 9.4.2 aufgeführten Regelungen zuständig. Dazu gehören insbesondere die

1. Einhaltung der Strahlenschutzgrundsätze und der in der Strahlenschutzanweisung, im Bauartzulassungsschein und der Betriebsanleitung aufgeführten Regelungen,
2. Wahrnehmung der in der Beauftragung genannten Entscheidungsbereiche,
3. unverzügliche Mitteilung von Mängeln an den Strahlenschutzbevollmächtigten,
4. die Aktualisierung der Fachkunde jeweils innerhalb von fünf Jahren.

I – 9.5 Fachkunde und Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz

Die Strahlenschutzbeauftragten erwerben ihre Fachkunde durch ein abgeschlossenes Lehramtsstudium der Fachrichtungen Physik, Chemie oder verwandter Fachrichtungen und durch eine erfolgreiche Teilnahme an einem anerkannten Strahlenschutzkurs nach der Fachkunderichtlinie Technik nach Röntgenverordnung (Fachkundegruppe R4), welche nicht länger als 5 Jahre zurückliegen darf.

Nach Prüfung der Voraussetzungen wird ggf. auf Antrag von der zuständigen Behörde gemäß § 18a RöV eine Fachkundebescheinigung ausgestellt.

Die Aktualisierung der Fachkunde erfolgt ebenfalls gemäß der Fachkunderichtlinie Technik nach Röntgenverordnung und wird gemäß § 18a Abs. 1 RöV innerhalb von 5 Jahren erforderlich. Auf Antrag kann die zuständige Behörde gemäß § 18a Abs. 2 Satz 2 RöV die Aktualisierung der Fachkunde auch bescheinigen, wenn diese auf andere geeignete Weise nachgewiesen wird (zum Beispiel bei Vortragstätigkeit im Strahlenschutz). Die Kursbescheinigung ist auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen.

Im Bereich der Tätigkeiten an Schulen werden kombinierte Fachkundekurse nach StrlSchV und RöV angeboten, die die Fachkunde nach I – 8.4 und I – 9.5 umfassen.

I – 9.6 Strahlenschutzanweisung

Die zuständige Behörde kann verlangen, dass an einer Schule, die ein Schulröntgengerät oder einen Störstrahler betreibt, eine Strahlenschutzanweisung nach §15a RöV erlassen wird. Hierin sind die zu beachtenden Strahlenschutzmaßnahmen (siehe I – 9.4.2) aufzuführen. Dazu gehört u. a. die Aufstellung eines Planes zur Organisation des Strahlenschutzes in der Schule (Muster Anlagen Teil III – 4.3).

I – 9.7 Unterweisung

I – 9.7.1 Ersteinweisung

Es ist dafür zu sorgen, dass die beim Betrieb einer Röntgeneinrichtung beschäftigten Personen nach §36 RöV anhand einer deutschsprachigen Gebrauchsanweisung durch eine entsprechend qualifizierte Person des Herstellers oder Lieferanten in die sachgerechte Handhabung eingewiesen werden und über die Einweisung unverzüglich Aufzeichnungen angefertigt werden. Die Aufzeichnungen sind für die Dauer des Betriebes aufzubewahren.

I – 9.7.2 Unterweisung der Fachlehrkräfte

Falls an der Schule ein Schulröntgengerät betrieben wird, sind die Fachlehrkräfte vom Strahlenschutzbeauftragten vor Aufnahme der Tätigkeit und mindestens einmal jährlich über die Arbeitsmethoden, die möglichen Gefahren, die Sicherheits- und Schutzmaßnahmen sowie die für die Tätigkeit betreffenden Regelungen zu unterweisen. Dazu gehört insbesondere die Regelung, dass nur Strahlenschutzbeauftragte das Gerät betreiben dürfen. Die Unterweisung kann Bestandteil sonstiger erforderlicher Unterweisungen (z.B. der Unterweisung nach der Gefahrstoffverordnung) sein.

I – 9.8 Besondere Schutzvorkehrungen

Vor jeder Inbetriebnahme ist das Schulröntgengerät auf Unversehrtheit (Sichtprüfung) und Funktionstüchtigkeit zu prüfen. Bei der Lagerung ist darauf zu achten, dass Unbefugte das Gerät nicht in Betrieb nehmen können. Dies ist in der Regel durch die Aufbewahrung in einem Sammlungsraum gewährleistet.

I – 9.9 Tätigkeitsbeschränkungen beim Umgang mit Schulröntgeneinrichtungen

Schülerinnen und Schüler dürfen gemäß § 13 Abs. 4 RöV nur in Anwesenheit und unter Aufsicht des zuständigen Strahlenschutzbeauftragten beim Betrieb von Schulröntgeneinrichtungen oder eines Strörstrahlers gemäß §5 Abs. 1 RöV mitwirken.

I – 9.10 Kennzeichnungspflicht

Bei Experimenten mit dem Schulröntgengerät ist der Versuchsaufbau mit dem Strahlenwarnzeichen[14] zu kennzeichnen.

14

I – 9.11 Sachverständigenüberprüfung

Eine Überprüfung gemäß §18 Abs. 1 Nr. 5 RöV durch einen amtlich bestimmten Sachverständigen muss in Zeitabständen von längstens 5 Jahren erfolgen. Eine jeweils gültige Prüfbescheinigung ist bei den Unterlagen aufzubewahren.

I – 9.12 Einstellung des Betriebs

Der Betrieb ist unverzüglich einzustellen, wenn die Bauartzulassung zurückgenommen oder widerrufen wird, der Betrieb von der zuständigen Behörde untersagt wird oder das Schulröntgengerät nicht mehr den im Zulassungsschein bezeichneten Merkmalen entspricht.

I – 9.13 Beendigung des Betriebs

Die endgültige Außerbetriebnahme des Röntgengerätes ist der zuständigen Behörde unverzüglich mitzuteilen. Das Gerät ist gegen Wiederinbetriebnahme zu sichern.

I – 10 Tätigkeiten mit künstlicher optischer Strahlung

I – 10.1 Begriffsbestimmungen

I – 10.1.1 Optische Strahlung

Optische Strahlung ist jede elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich von 100 Nanometer bis 1 Millimeter. Das Spektrum der optischen Strahlung wird unterteilt in ultraviolette Strahlung, sichtbare Strahlung und Infrarotstrahlung:

- Ultraviolette Strahlung ist die optische Strahlung im Wellenlängenbereich von 100 bis 400 Nanometer (UV-Strahlung);
- sichtbare Strahlung ist die optische Strahlung im Wellenlängenbereich von 380 bis 780 Nanometer. Sichtbare Laserstrahlung ist von 400 bis 700 nm definiert.
- Infrarotstrahlung ist die optische Strahlung im Wellenlängenbereich von 780 Nanometer bis 1 Millimeter (IR-Strahlung)

I – 10.1.2 Künstliche optische Strahlung

Künstliche optische Strahlung im Sinne der Verordnung über künstliche optische Strahlung (OStrV) ist jede optische Strahlung, die von künstlichen Strahlungsquellen ausgeht. Dazu gehört auch gebündeltes Sonnenlicht.

I – 10.1.3 Laserstrahlung

Laserstrahlung ist durch einen Laser erzeugte kohärente optische Strahlung. Laser sind Geräte oder Einrichtungen zur Erzeugung und Verstärkung von kohärenter optischer Strahlung.

I – 10.1.4 Inkohärente künstliche optische Strahlung

Inkohärente künstliche optische Strahlung ist jede künstliche optische Strahlung außer Laserstrahlung.

I – 10.1.5 Expositionsgrenzwerte

Expositionsgrenzwerte sind maximal zulässige Werte bei Exposition der Augen oder der Haut durch künstliche optische Strahlung. Je nach Strahlungsart sind die Expositionsgrenzwerte nach §6 OStrV (siehe auch Anhang I und II der Richtlinie 2006/25/EG) einzuhalten und in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.(siehe auch II – 4.3.2)

I – 10.2 Umgang mit Lasern

Für Laser gelten die Bestimmungen der Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung (BGV/GUV-V B2). Die schulrelevanten Bestimmungen dieser UVV sind im folgenden ausgeführt.
In Schulen dürfen nur Laser der Klassen 1, 1M, 2 und 2M nach DIN EN 60 825[15] oder 3A nach DIN EN 60 825-1 bis Ausgabe März 1997 eingesetzt werden. Zur Definition der Laserklassen siehe Teil II – 4.4.
Laser der Klassen 1M, 2, 2M und 3A dürfen nur unter Verschluss aufbewahrt werden.

Vor Aufbau und Durchführung von Experimenten mit Lasern der Klasse 1M, 2, 2M und 3A sind die beteiligten und die beobachtenden Schüler über die Gefährdung der Augen durch das Laserlicht zu unterrichten. Diese Laser dürfen nur unter Aufsicht der Lehrerin oder des Lehrers betrieben werden.

Der Versuchsbereich, in dem mit Lasern der Klassen 1M, 2 ,2M und 3A experimentiert wird, ist während des Betriebs mit einem Laserwarnschild[16] zu kennzeichnen.
Der Laserbereich von Versuchsaufbauten ist durch Abgrenzung gegen unbeabsichtigtes Betreten zu sichern.

Aufbau und Durchführung von Experimenten mit Lasern der Klasse 1M, 2[17], 2M und 3A sind so zu gestalten, dass der Blick in den direkten Laserstrahl bzw. in den reflektierten Strahl vermieden wird, z.B. durch Abschirmung.
Beim Einsatz der Laser der Klassen 1M, 2M und 3A darf der Strahlenquerschnitt nicht verkleinert werden, d.h. sie dürfen nicht mit optisch sammelnden Komponenten (z.B. Lupen) verwendet werden.

I – 10.3 Gefährdungsbeurteilung

Vor Aufnahme einer Tätigkeit mit künstlicher optischer Strahlung ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen.(siehe auch I – 0) Entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung hat die Schulleiterin und der Schulleiter die erforderlichen Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik festzulegen(siehe I-0). Die Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren. Diese Forderung gilt insbesondere bei maßgeblichen Veränderungen der Arbeitsbedingungen. Die entsprechenden Schutzmaßnahmen sind gegebenenfalls anzupassen.

I – 11 Tätigkeiten mit elektrischer Energie

I – 11.1 Begriffsbestimmungen

---

[15] Der Umgang mit Lasern in der Schule ist grundsätzlich in § 15 der UVV Laserstrahlung (GUV-V B2) geregelt, die DIN EN 60 825 wurde berücksichtigt,

[16] Warnung vor Laserstrahlen W 10
UVV Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (GUV-V A8 bisher GUV 0.7)

[17] Gaslaser der Klasse 2 sind im Dauerstrichbetrieb i.d.R. auf 1 mW begrenzt. Ausnahme sind gepulste Laser, hier müssen alle entsprechenden Kriterien (Einzelimpulsleistung, Reduzierte Impulsenergie und die mittlere Leistung eingehalten sein; z.B. P(EI) 5 mW, T EI 1 µs; Impulsfolge F =5 HZ; P mittel < 0,1 mW.

1. Schutzkleinspannung (SELV – Safety Extra Low Voltage)

Schutzkleinspannung nach DIN VDE 0100, Teil 410 umfasst 2 Bereiche:
- Anlagen, bei denen der Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Höhe der Nennspannung von AC 50 V Effektivwert oder DC 120 V unter bestimmten Bedingungen gewährleistet ist (Abdeckung oder Umhüllung in Schutzart IP2X oder IPXXB bzw. Isolierung, die einer Prüfspannung von AC 500 V Effektivwert 1 Minute standhält).
- Wenn die Nennspannung AC 25 V Effektivwert oder DC 60 V oberschwingungsfrei (siehe unter Definition „berührungsgefährliche Spannung“) nicht

2. Funktionskleinspannung (PELV – Protective Extra Low Voltage)

- Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung unterscheidet sich von der überschritten wird, ist in trockenen Räumen ein Schutz gegen direktes Berühren nicht erforderlich.
- Schutzkleinspannung ist von der normalen Netzspannung galvanisch getrennt, z.B. durch Sicherheitstransformatoren nach EN 60742.
- Transformatoren mit Schutzkleinspannung von 25 V dürfen untereinander nur so verbunden werden, dass die o.g. Spannungsgrenze nicht überschritten wird. Anstelle der o.g. Transformatoren bzw. Umformer dürfen auch Stromquellen mit gleichem Sicherheitsgrad, z.B. Akkumulatoren, verwendet werden.
- Schutzkleinspannung durch die Erdung eines Stromkreises oder Körpers aus Funktionsgründen.

3. RCD (residual current protective devices)

RCDs (englisch: residual current protective devices)
- mit Hilfsspannungsquelle als „Differenzstrom-Schutzeinrichtungen“
- ohne Hilfsspannungsquelle als "Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (FI–Schutzeinrichtungen)“.

4. Berührungsgefährliche Spannung

Von einer berührungsgefährlichen Spannung spricht man,
- wenn die Spannung 25 V Wechselspannung eff. oder 60 V Gleichspannung überschreitet (gemessen mit einem Spannungsmessgerät mit einem Innenwiderstand > 50 kOhm)
- oder bei der bei Spannungen größer als 25 V Wechselspannung eff. oder 60 V Gleichspannung der mögliche Kurzschlussstrom größer als 3 mA Wechselstrom eff. oder 12 mA Gleichstrom ist (gemessen über einen induktionsfreien Widerstand von 2 kOhm)
- oder bei der die mögliche Entladungsenergie größer ist als 350 mJ.

5. Berührungsgefährliche Teile

Ein berührungsgefährliches Teil ist ein Bauteil, das unter berührungsgefährlicher Spannung steht und für eine Berührung zugänglich ist.

I – 11.2 Gefährdungsbeurteilung

Vor dem Experimentieren ist eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen (Siehe Teil I – 0), aus der die technischen, organisatorischen und verhaltensorientierten Schutzmaßnahmen abgeleitet werden.
Dazu ist eine entsprechende Fachkunde erforderlich (siehe I – 11.4)

I – 11.3 Sicherheitseinrichtungen[18]

[18] Für Errichtung und Betrieb elektrischer Anlagen in Unterrichtsräumen existieren Regelungen der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik im DIN und VDE:

Als Spannungsquellen für Schülerversuche dürfen grundsätzlich (Ausnahmen siehe Kap. I – 11.5) - nur Geräte mit Schutzkleinspannung oder Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung verwendet werden. Anstelle der o.g. Transformatoren bzw. Umformer dürfen auch Stromquellen mit gleichem Sicherheitsgrad, z.B. Akkumulatoren, verwendet werden.

Die Steckdosenstromkreise zum Experimentieren an den Schüler- und Lehrertischen müssen über eine zentrale Not-Aus-Einrichtung[19] verfügen und durch RCDs mit einem Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA abgesichert sein. Es genügen NOT-AUS-Schalter an den Ausgängen und am Lehrerexperimentiertisch.
Wird mit berührungsgefährlichen Teilen gearbeitet, muss die Not-Aus-Einrichtung auch direkt am jeweiligen Experimentierstand vorhanden sein, diese Anforderung ist in der Regel nur am Lehrerexperimentiertisch gegeben.
Für sämtliche Stromkreise an den Experimentierständen eines Raumes muss ein Hauptschalter vorhanden sein. Der Schalter muss eine Einrichtung gegen unbefugtes Einschalten haben (z.B. Schlüsselschalter). Eine besonders gekennzeichnete EDV-Steckdose am Lehrertisch, die nicht zum Experimentieren verwendet werden darf, braucht nicht über einen Hauptschalter abgesichert werden.
Die Stromkreise der Schülerexperimentierstände dürfen nur über besondere Schalter eingeschaltet werden können. Sie dürfen erst dann eingeschaltet werden, wenn sich die Lehrkraft vergewissert hat, dass keine Gefährdungen bestehen. Nach Beendigung der Experimente sind die Stromkreise der Schülerexperimentierstände abzuschalten.

I – 11.4 Tätigkeitsvoraussetzungen für Lehrkräfte

Lehrkräfte müssen aufgrund ihrer Ausbildung und Kenntnisse (z.B. über ihr Fachgebiet, Vorschriften und Normen) sowie aufgrund ihrer Erfahrungen die von ihnen geleiteten oder auszuführenden Experimente mit elektrischer Energie beurteilen und mögliche Gefahren erkennen können. Lehrkräfte müssen vor Beginn der Experimente mit elektrischer Energie anhand dieser Richtlinie unterwiesen sein. Soll mit berührungsgefährlicher Spannung gearbeitet werden, muss die Lehrkraft außerdem ein abgeschlossenes Lehramtsstudium des Faches Physik oder vergleichbare Ausbildungsgänge besitzen.

I – 11.5 Tätigkeitsbeschränkungen bei Schülerexperimenten

Schülerinnen und Schüler dürfen grundsätzlich nur mit nicht berührungsgefährlicher Spannung experimentieren.
Ausnahmen sind nur in der gymnasialen Oberstufe zulässig, wenn das Lernziel anders nicht erreicht werden kann. Bei Arbeiten mit berührungsgefährlicher Spannung oberhalb von SELV/PELV ist eine besondere technische Ausstattung erforderlich, z.B. Not-Aus-Schalter direkt am Arbeitsplatz. Aus diesem Grund können diese Versuche in der Regel nur am Lehrerarbeitstisch durchgeführt werden. Bei Arbeiten mit berührungsgefährlicher Spannung muss sichergestellt werden, dass eine Körperdurchströmung ausgeschlossen ist. An unter berührungsgefährlicher Spannung stehenden Teilen darf nicht gearbeitet werden. Dies gilt auch für das Heranführen von Messeinrichtungen.

Bei der Auswahl und Vorbereitung der Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung obliegt der Lehrkraft eine besondere Verantwortung, denn auch bei Einhaltung der nachgenannten Schutzmaßnahmen bleibt eine Gefährdung. Dies gilt gleichermaßen für von der Lehrkraft angeleitete, als auch für selbst ausgeführte Experimente.
Falls Schülerinnen und Schüler in der gymnasialen Oberstufe an Experimentiereinrichtungen arbeiten, die berührungsgefährliche Teile enthalten (sowohl mit SELV/PELV als auch

---

- DIN VDE 0100 Teil 723 und Teil 723/A1 „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V mit Experimentierständen“ (bauliche Maßnahmen)
- DIN VDE 0105 Teil 12 „Betrieb von Starkstromanlagen; Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen“ (DIN VDE 0105 Teil 12 ist eingearbeitet)
- DIN VDE 0105 Teil 112 „Betrieb von elektrischen Anlagen; Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen“ (Handlungsanleitung)

[19] Es genügt eine Betätigungseinrichtung für die NOT-AUS-Einrichtung an den Ausgängen und am Lehrerexperimentiertisch.

oberhalb davon), muss die Lehrkraft die Schaltung überprüfen und auf Gefahrenstellen hinweisen. Solche Experimente muss der Lehrer unmittelbar beaufsichtigen.
Die Schülerinnen und Schüler sind über die hierbei vorhandenen Gefahren und über die Not-Aus-Schalter zu informieren.

I – 11.6 Aufbau, Umbau und Abbau

Aufbau, Umbau und Abbau von Experimentiereinrichtungen (Versuchsanordnungen) mit berührungsgefährlichen Spannungen dürfen nur im spannungsfreien Zustand erfolgen. Dies gilt auch bei Verwendung von sogenannten Sicherheitsexperimentierkabeln. Der Lehrer überzeugt sich vor der Spannungsfreigabe vom ordnungsgemäßen Zustand des Aufbaus.

I – 11.7 Akkumulatoren

Akkumulatoren dürfen an Experimentiereinrichtungen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn kein Strom fließt.

I – 11.8 Experimentierleitungen

Vor dem Benutzen sind die Experimentierleitungen auf erkennbare Schäden zu prüfen. Die Anschlussmittel von Steck- und Schraubverbindungen müssen in ihren Abmessungen aufeinander abgestimmt sein. So dürfen z.B. Steckerstifte mit einem Durchmesser von 4 mm nicht in Buchsen mit einem Öffnungsdurchmesser von 5 mm (z.B. bei Netzsteckdosen) eingesetzt werden[20].
Dies gilt nicht für die Benutzung als Prüfspitzen für Messzwecke. Die Öffnungen von Kabelschuhen müssen den Bolzendurchmessern angepasst sein.

Steckdosen außerhalb von Experimentierständen dürfen zum Experimentieren nur benutzt werden, wenn sie als Experimentiersteckdosen gekennzeichnet und wie die Steckdosen an den Experimentierständen[21] über eine Not-Aus-Einrichtung sowie einen RCD mit einem Bemessungsdifferenzstrom $\leq$ 30 mA abgesichert sind.
In Versorgungseinrichtungen, festinstallierten Experimentiereinrichtungen und zum Experimentieren verwendeten Geräten dürfen nur die dafür vorgesehenen Sicherungen verwendet werden. Sicherungseinsätze an Experimentiereinrichtungen dürfen nur im stromlosen Zustand entnommen oder eingesetzt werden.

I – 11.9 Prüfungen

Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel sind mindestens alle 4 Jahre durch eine Elektrofachkraft[22] auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu prüfen.
Nicht ortsfeste elektrische Betriebsmittel, Anschlussleitungen mit Steckern sowie Verlängerungs- und Geräteanschlussleitungen mit ihren Steckvorrichtungen sind, soweit sie benutzt werden, mindestens alle 12 Monate durch eine Elektrofachkraft auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu prüfen.
Ergeben sich bei wiederholten Prüfungen nur geringe Fehlerquoten, so kann die Prüffrist der nicht ortsfesten elektrischen Betriebsmittel verlängert werden. Der Unfallversicherungsträger kann verlangen, dass das Prüfungsergebnis dokumentiert wird.
Bei Verwendung geeigneter Prüfgeräte kann die Prüfung auch durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person (unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft) vorgenommen werden.
RCD (z.B. FI-Schutzschalter) und Not-Aus-Einrichtungen sind durch Auslösen der Prüftaste mindestens alle 6 Monate auf einwandfreie Funktion zu prüfen.

I – 12 Tätigkeiten mit Lärmeinwirkung

---

[20] Die in Schulen üblichen Experimentierkabel haben einen Stecker-Durchmesser von 4 mm.

[21] Einzelheiten hierzu enthält die DIN VDE 0100 Teil 723 "Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 Volt; Unterrichtsräume mit Experimentierständen".

[22] Siehe § 5 der UVV "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (GUV-V A2 bisher GUV 2.10).
Lehrer sind i.d.R. keine Elektrofachkräfte im Sinne von GUV-V A2 (bisher GUV 2.10). Die Prüfung ist mit dem Sachkostenträger zu vereinbaren; sie kann z.B. durch eine Elektrofachkraft der Kommune durchgeführt werden.

Tätigkeiten mit Lärmeinwirkung fallen auch in der Schule unter den Geltungsbereich der Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV)[23]. Umfangreiche messtechnische Untersuchungen haben gezeigt, dass im üblichen Unterricht nicht von einer lärmbedingten Gehörgefährdung auszugehen ist. Jedoch kann im Bereich „Technik/Arbeitslehre“ durch den Betrieb lärmbelasteteter Holz- oder Metallbearbeitungsmaschinen aber auch bei Schulorchestern gehörschädigender Lärm auftreten.

I – 12.1 Anwendungsbereich der LärmVibrationsArbSchV

Die LärmVibrationsArbSchV gilt auch zum Schutz der Beschäftigten (Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler) vor Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch Lärm in der Schule.

I – 12.2 Begriffsbestimmungen

I – 12.2.1 Lärm

Nach § 2, Abs. 1 der LärmVibrationsArbSchV ist Lärm jeder Schall, der zu einer Beeinträchtigung des Hörvermögens oder zu einer sonstigen mittelbaren oder unmittelbaren Gefährdung[24] von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten[25] führen kann.

I – 12.2.2 Tages-Lärmexpositionspegel

Der Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ ist der über die Zeit gemittelte Lärmexpositionspegel bezogen auf eine Achtstundenschicht. Er umfasst alle am Arbeitsplatz auftretenden Schallereignisse (§ 2, Abs. 2, LärmVibrationsArbSchV).

I – 12.2.3 Wochenlärmexpositionspegel

Der Wochen-Lärmexpositionspegel ($L_{EX,40h}$) ist der über die Zeit gemittelte Tages-Lärmexpositionspegel bezogen auf eine 40-Stundenwoche[26] (§ 2, Abs. 3, Lärm-VibrationsArbSchV).

I – 12.2.4 Spitzenschalldruckpegel

Der Spitzenschalldruckpegel (L_{pCpeak}) ist der Höchstwert des momentanen Schalldruckpegels (§ 2, Abs. 4, LärmVibrationsArbSchV).

I – 12.2.5 Ortsbezogener Lärmexpositionspegel

Der ortsbezogene Lärmexpositionspegel beschreibt die Lärmeinwirkung auf einen Ort (Arbeitsplatz). Falls hier kein Beschäftigter anwesend ist, wird der Lärmexpositionspegel so ermittelt, als wenn sich dort ein Beschäftigter aufhalten würde. Der ortsbezogene Lärmexpositionspegel wird als Tages-Lärmexpositionspegel (bezogen auf 8 h) ermittelt (Ziffer 4.12, TRLV Lärm [5], Teil Allgemeines).

I – 12.2.6 Personenbezogener Lärmexpositionspegel

---

[23] „Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibration (LärmVibrations-ArbSchV)“ vom 06. März 2007 (BGBl. I S. 261), zuletzt geändert am 19.07.2010 (BGBl. S. 960)

[24] Z.B. durch Störung der Konzentration beim Arbeiten an gefährlichen Maschinen, woraus eine Erhöhung der Unfallgefahr resultieren kann

[25] Den Beschäftigten stehen Schülerinnen und Schüler, Studierende und sonstige in Ausbildungseinrichtungen tätige Personen, die bei ihren Tätigkeiten Lärm [...] ausgesetzt sind, gleich (§ 2, Abs. 8, LärmVibrationsArbSchV)

[26] Zur Beurteilung der Lärmbelastung ist grundsätzlich der Tages-Lärmexpositionspegel heranzuziehen. Nur in besonderen Ausnahmefällen kann nach § 15, Abs. 2, LärmVibrationsArbSchV die zuständige Behörde (z.B. Gewerbeaufsicht oder Bezirksregierung) auf Antrag zulassen, dass für Tätigkeiten, bei denen die Lärmexposition von einem Arbeitstag zum anderen erheblich schwankt, die Beurteilung der Lärmbelastung über die Berechnung von Wochen-Lärmexpositionspegeln erfolgt, sofern
1. der Wochen-Lärmexpositionspegel 85 dB(A) nicht überschreitet und dies durch geeignete Messungen nachgewiesen wird und
2. geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die mit diesen Tätigkeiten verbundenen Gefährdungen auf ein Minimum zu verringern.

Der personenbezogene Lärmexpositionspegel beschreibt die Lärmeinwirkung auf einen Beschäftigten, der sich während der Arbeitsschicht z.B. auch in verschiedenen Bereichen aufhalten kann. Er wird entsprechend LärmVibrationsArbSchV grundsätzlich als Tages-Lärmexpositionspegel (bezogen auf 8 h) ermittelt (Ziffer 4.13, TRLV Lärm [5], Teil Allgemeines).

I – 12.2.7 Lärmbereich

Lärmbereiche sind Arbeitsbereiche, in denen der ortsbezogene Lärmexpositionspegel oder der Spitzenschalldruckpegel einen der oberen Auslösewerte für Lärm ($L_{EX,\,8h}$, L_{pCpeak} , vgl. I – 12.4.1) erreicht oder überschreitet (Ziffer 4.10, Technische Regeln zur Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung, TRLV Lärm[27],Teil Allgemeines).

I – 12.2.8 Stand der Technik

Der Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zum Schutz der Gesundheit und zur Sicherheit der Beschäftigten gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind (§ 2, Abs. 7, LärmVibrationsArbSchV).

I – 12.3 Gefährdungsbeurteilung

Nach § 3, Abs. 1, LärmVibrationsArbSchV hat die Schulleiterin oder der Schulleiter eine Gefährdungsbeurteilung gemäß § 5 Arbeitsschutzgesetz durchzuführen bzw. durchführen zu lassen (siehe Teil I – 0). Bei der Beurteilung der Bedingungen im Unterricht ist zunächst festzustellen, ob die Beschäftigten Lärm ausgesetzt sind oder ausgesetzt sein können. Ist dies der Fall, sind alle hiervon ausgehenden Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten zu beurteilen. Dazu sind die auftretenden Expositionen am Arbeitsplatz zu ermitteln und zu bewerten. Die Schulleiterin oder der Schulleiter kann sich die dazu notwendigen Informationen beim Hersteller oder Inverkehrbringer oder bei anderen ohne weiteres zugängliche Quellen beschaffen. Ohne weiteres zugängliche Quellen sind z.B.: branchen- oder tätigkeitsbezogene Hilfestellungen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASi) oder der gesetzlichen Unfallversicherungsträger, sowie branchenspezifische Informationsquellen zu typischen Schallimmissionspegeln (gemessen Vergleichsdaten für typische Arbeitsvorgänge oder Arbeitsplätze an Maschinen) bei den gesetzlichen Unfallversicherungsträgern oder bei deren Messstellen.
Entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung hat die Schulleiterin oder der Schulleiter Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik festzulegen.

Die Gefährdungsbeurteilung nach § 3, Abs. 1, LärmVibrationsArbSchV umfasst insbesondere:

- Art, Ausmaß und Dauer der Exposition durch Lärm
- die Auslösewerte nach § 6, Satz 1 und die Expositionswerte nach § 8, Abs. 2
- (vgl. I – 12.4.1 und I –12.4.3)
- die Verfügbarkeit alternativer Arbeitsmittel und Ausrüstungen, die zu einer geringeren Exposition der Beschäftigten führen kann (Substitutionsprüfung)
- die Verfügbarkeit von Gehörschutzmitteln
- Herstellerangaben zu Lärmemissionen
- (§ 3, Abs. 2, LärmVibrationsArbSchV).

Die Schulleiterin oder der Schulleiter hat die Gefährdungsbeurteilung unabhängig von der Zahl der Beschäftigten zu dokumentieren. In der Dokumentation ist anzugeben, welche Gefährdungen am Arbeitsplatz auftreten können und welche Maßnahmen zur Vermeidung oder Minimierung der Gefährdung der Beschäftigten durchgeführt werden müssen. Die Gefährdungsbeurteilung ist zu aktualisieren, wenn maßgebliche Veränderungen der Arbeitsbedingungen, z.B. Beschaffung anderer Maschinen, Änderung von Arbeitsverfahren,

---

[27] Technische Regeln zur Lärm- und Vibrationsarbeitschutzverordnung (TRLV), Ausgabe Januar 2010, GMBl. 18-20 vom 23.03.2010

Umzug mit Maschinen in einen anderen Raum,. dies erforderlich machen (§ 3, Abs. 4, LärmVibrationsArbSchV).

I – 12.4 Auslösewerte und Schutzmaßnahmen

I – 12.4.1 Auslösewerte

Ein Auslösewert ist eine Schwelle, bei deren Überschreitung Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Lärmexposition eingeleitet („ausgelöst“) werden müssen.

Die Auslösewerte in Bezug auf den Tages-Lärmexpositionspegel ($L_{EX,\,8h}$) und den Spitzenschalldruckpegel (L_{pCpeak}) betragen:

1. Obere Auslösewerte: $L_{EX,8h}$ = 85 dB(A)
   L_{pCpeak} = 137 dB(C)

2. Untere Auslösewerte: $L_{EX,8h}$ = 80 dB(A)
   L_{pCpeak} = 135 dB(C) (siehe auch III – 7.1)

Bei der Anwendung der Auslösewerte wird die dämmende Wirkung eines persönlichen Gehörschutzes der Beschäftigten nicht berücksichtigt (§ 6, Lärm-VibrationsArbSchV).

I – 12.4.2 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Lärmexposition

Die Schulleiterin oder der Schulleiter hat in Verbindung mit dem Sachkostenträger die festgelegten Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik durchzuführen, um die Gefährdung der Beschäftigten auszuschließen oder so weit wie möglich zu verringern. Dabei ist folgende Rangfolge zu berücksichtigen:

1. Die Lärmemission muss am Entstehungsort verhindert oder so weit wie möglich verringert werden. Technische Maßnahmen haben Vorrang vor organisatorischen Maßnahmen.
2. Die Maßnahmen nach Nummer 1 haben Vorrang vor der Verwendung von Gehörschutz (§ 7, Abs. 1, LärmVibrationsArbSchV).

Zu den Maßnahmen nach Absatz 1 gehören insbesondere:

1. alternative Arbeitsverfahren, welche die Exposition der Beschäftigten durch Lärm verringern,
2. Auswahl und Einsatz neuer oder bereits vorhandener Arbeitsmittel unter dem vorrangigen Gesichtspunkt der Lärmminderung,
3. die lärmmindernde Gestaltung und Einrichtung der Schul- und Unterrichtsräume,
4. technische Maßnahmen zur Luftschallminderung, beispielsweise durch Abschirmungen oder Kapselungen,
5. Wartungsprogramme für lärmemittierende Arbeits- und Unterrichtsmittel,
6. arbeitsorganisatorische Maßnahmen zur Lärmminderung durch Begrenzung von Dauer und Ausmaß der Exposition (§ 7, Abs. 2, LärmVibrationsArbSchV).

Die Schulleiterin oder der Schulleiter hat Arbeitsbereiche, in denen einer der oberen Auslösewerte für Lärm ($L_{EX,8h}$, L_{pCpeak}) überschritten werden kann, in Verbindung mit dem Sachkostenträger als Lärmbereiche zu kennzeichnen und, falls technisch möglich, abzugrenzen. In diesen Bereichen dürfen sich Beschäftigte nur aufhalten, wenn das Arbeitsverfahren dies erfordert und sie eine geeignete persönliche Schutzausrüstung verwenden; § 7, Abs. 1, LärmVibrationsArbSchV bleibt unberührt (§ 7, Abs. 4, LärmVibrationsArb-SchV).

Wird einer der oberen Auslösewerte überschritten, hat die Schulleiterin oder der Schulleiter in Verbindung mit dem Sachkostenträger ein Programm mit technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Verringerung der Lärmexposition auszuarbeiten und durchzuführen (§ 7, Abs. 5, LärmVibrationsArbSchV).

I – 12.4.3 Gehörschutz

Werden die unteren Auslösewerte trotz Durchführung der Maßnahmen nach § 7 Abs. 1 LärmVibrations-ArbSchV nicht eingehalten, hat die Schulleiterin oder der Schulleiter den Beschäftigten einen geeigneten persönlichen Gehörschutz zur Verfügung zu stellen (§ 8, Abs. 1, LärmVibrations-ArbSchV).

Der persönliche Gehörschutz ist von der Schulleiterin oder dem Schulleiter so auszuwählen, dass durch seine Anwendung die Gefährdung des Gehörs beseitigt oder auf ein Minimum verringert wird. Dabei muss unter Einbeziehung der dämmenden Wirkung des Gehörschutzes sichergestellt werden, dass der auf das Gehör der Beschäftigten einwirkende Lärm die maximal zulässigen Expositionswerte $L_{EX,8h}$ = 85 dB(A) bzw. L_{pCpeak} = 137 dB(C) nicht überschreitet (§ 8, Abs. 2, LärmVibrationsArbSchV).

Erreicht oder überschreitet die Lärmexposition am Arbeitsplatz einen der oberen Auslösewerte, hat die Schulleiterin oder der Schulleiter dafür Sorge zu tragen, dass die Beschäftigte den persönlichen Gehörschutz bestimmungsgemäß verwenden (§ 8, Abs. 3, LärmVibrationsArbSchV).

Der Zustand des ausgewählten persönlichen Gehörschutzes ist in regelmäßigen Abständen zu überprüfen. Stellt die Schulleiterin oder der Schulleiter dabei fest, dass die maximal zulässigen Expositionswerte nach § 8, Abs.2, Satz 2, Lärm-VibrationsArbSchV ($L_{EX,\ 8h}$ = 85 dB(A), L_{pCpeak} = 137 dB(C)) nicht eingehalten werden, hat er unverzüglich die Gründe für diese Nichteinhaltung zu ermitteln und Maßnahmen zu ergreifen, die für eine dauerhafte Einhaltung der Anforderungen erforderlich sind (§ 8, Abs. 4, LärmVibrationsArbSchV).

I – 12.5 Unterweisungen

Können die unteren Auslösewerte erreicht oder überschritten werden, stellt die Schulleiterin oder der Schulleiter sicher, dass die betroffenen Beschäftigten eine Unterweisung erhalten, die auf den Ergebnissen der Gefährdungsbeurteilung beruht und die Aufschluss über die mit der Exposition verbundenen Gesundheitsgefährdungen gibt. Die Unterweisung muss vor Aufnahme der gefährdenden Tätigkeit erfolgen und muss mindestens folgende Informationen enthalten:

- Art der Gefährdung
- durchgeführte Schutzmaßnahmen zur Beseitigung oder Minimierung der Gefährdung
- Auslösewerte und Expositionsgrenzwerte
- sachgerechte Verwendung von Gehörschutz
- (§ 11, LärmVibrationsArbSchV)

I – 12.6 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Die arbeitsmedizinische Vorsorge ist in der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) geregelt. Sie sieht auch für Lehrkräfte (nicht aber für Schülerinnen und Schüler) Pflicht- und Angebotsuntersuchungen vor. Pflichtuntersuchungen sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen die bei bestimmten besonders gefährdenden Tätigkeiten zu veranlassen sind. Angebotsuntersuchungen sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen die bei bestimmten gefährdenden Tätigkeiten anzubieten sind. Die Auslöseschwellen für Angebots- (untere Auslöseschwelle) bzw. Pflichtuntersuchungen (obere Auslöseschwelle) werden in der Regel im Unterricht nicht erreicht (siehe I – 12.4). Im Einzelfall kann es für Lehrkräfte, die dienstlich Orchester oder Bigbands betreuen, in Abhängigkeit vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung erforderlich sein, eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung anzubieten bzw. zu veranlassen.

TEIL II– RATSCHLÄGE UND HILFEN

II – 1 Allgemeine Hinweise für alle Tätigkeiten

II – 1.1 Verhaltensregeln

Mäntel, Jacken und Schultaschen nicht auf Arbeitsplätze und in Verkehrswege legen.

Handverletzungen, auch kleinere, mit geeignetem Material abdecken (Heftpflaster, Fingerling). Verletzungen müssen grundsätzlich im Verbandbuch dokumentiert werden.

II – 1.2 Aufbewahrung

Gefahrstoffe dürfen nur in Behältern aufbewahrt werden, die aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden Beanspruchungen standhalten. Originalgefäße entsprechen in der Regel diesen Anforderungen.

Bei Benutzung von anderen Gefäßen beachten:

- Bei Kunststoffbehältern besteht insbesondere bei organischen Flüssigkeiten die Gefahr der Versprödung, Verformung oder Diffusion. Für viele brennbare Flüssigkeiten hat es sich bewährt, diese in geeigneten Metallgefäßen bereitzuhalten.
- Aluminiumgefäße dürfen nicht für chlorkohlenwasserstoffhaltige und einige andere halogenhaltige Stoffe verwendet werden.
- Keine Glasgefäße für das Aufbewahren von Flusssäure verwenden.
- Keine Gefäße für die Aufbewahrung von Gefahrstoffen mit Kork- oder Gummistopfen verwenden.
- Einige Gefahrstoffe zersetzen sich unter Gasentwicklung und bauen damit in verschlossenen Gefäßen einen erheblichen Druck auf (z.B. konzentrierte Wasserstoffperoxid-Lösungen).
- Substanzen, die sich unter Lichteinfluss zersetzen (z.B. konzentrierte Salpetersäure), sind in braunen Glasflaschen aufzubewahren.
- Das Verwechseln der Schraubkappen von Flaschen verschiedener Hersteller führt häufig zu Undichtigkeiten, obwohl die Gewinde scheinbar zueinander passen.
- Konzentrierte Natronlauge nicht in Glasflaschen mit Schliffstopfen lagern.

II – 1.3 Arbeiten in Abzügen

Kann nicht unterbunden werden, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe bei Experimenten entstehen, sind diese an der Austritts- oder Entstehungsstelle vollständig zu erfassen und anschließend ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu entsorgen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.
Um diesen Anforderungen zu genügen, müssen entsprechende Räume für den naturwissenschaftlichen Unterricht (z.B. Chemieunterrichtsräume) mit mindestens einem Abzug ausgestattet sein. Auf eine mechanische Zuluftanlage kann verzichtet werden, wenn das Nachströmen der Zuluft zur Versorgung des Abzugs oder der Abzüge und anderer ablufttechnischer Einrichtungen sichergestellt ist (siehe DIN 1946 - 7).

Die Abzüge müssen folgenden Schutzzielen entsprechen:

Gase, Dämpfe, Nebel, Rauche oder Stäube in gefährlicher Konzentration oder Menge dürfen nicht aus dem Abzugsinneren in den Unterrichtsraum oder den Vorbereitungsraum gelangen,
im Abzugsinneren darf sich keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden,
Personen müssen durch den geschlossenen Frontschieber geschützt sein, falls gefährliche Stoffe verspritzen oder Glas zersplittert.

Abzüge erfüllen diese Schutzziele und damit den oben genannten Stand der Technik, wenn sie entweder der früheren Norm DIN 12924 Teil 1 „Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für allgemeinen Gebrauch”, oder der heutigen gültigen Norm DIN EN 14175, Teil 2 „Abzüge – Anforderungen an Sicherheit und Leistungsvermögen“ oder der Norm DIN

12924 Teil 3 “Laboreinrichtungen – Abzüge - Durchreicheabzüge”, oder DIN 12924 Teil 4 “Laboreinrichtungen – Abzüge - Abzüge in Apotheken” entsprechen.
Seit dem 01.08.2003 ersetzt DIN EN 14175, Teil 2: „Abzüge - Anforderungen an Sicherheit und Leistungsvermögen“ die frühere DIN 12924 Teil 1. Falls vom Hersteller nicht anders angegeben, gilt die. DIN EN Norm nicht für Abzüge, die vor dem Zeitpunkt 01.08.2003 + 6 Monate am Arbeitsplatz installiert wurden.

Bei allen genannten Abzügen erfolgt die Kontrolle der einwandfreien lufttechnischen Funktion durch eine selbsttätig wirkende Einrichtung (Abzugsfunktionskontrolle), die im Fehlerfall optische und akustische Warnsignale gibt.

Abzüge, die vor dem 01.08.1991 bzw. nach dem 01.01.1978 installiert wurden, müssen eine Abzugsluftleistung von mindestens 400 m^3/h je laufenden Meter Abzugsbreite haben.

Bei Abzügen, die vor dem 01.08.1993 installiert wurden, kann die Funktionskontrolle über einen Wollfaden oder ein Windrädchen in der Nähe der Frontscheibenöffnung erfolgen.

Die Überprüfung der Abzüge muss durch eine befähigte Person mindestens alle drei Jahre erfolgen (siehe § 7 Abs. 7 Gefahrstoffverordnung). Prüfkriterien sind im Merkblatt: „T032-Laborabzüge Bauart und sicherer Betrieb“ (BGI 850-2), www.bgchemie.de/ Suchwort Abzugsprüfung enthalten. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist zu prüfen, ob kürzere Prüfintervalle festzulegen sind (siehe hierzu auch Abschnitt 7.3 der Information BGI/GUV-I 850-0).

Sollte am Abzug eine Störung auftreten (z.B. schwergängiger Frontschieber oder Ausfall bzw. Fehlfunktion der Abluft), muss ein eventuell laufender Versuch unverzüglich abgebrochen werden. Der Abzug ist für die weitere Benutzung zu sperren und dieses durch eine Kennzeichnung zu verdeutlichen. „Abzug defekt! Name: Datum: ....“.

Im Abzug dürfen nur die für die durchzuführenden Versuche nötigen Geräte und Apparaturen stehen, damit die optimale Luftströmung möglichst nicht gestört wird, Abzüge dürfen nicht für die Lagerung oder Aufbewahrung von Chemikalien, z.B. entzündliche/entzündbare Flüssigkeiten wie Ethanol oder Aceton missbraucht werden.

II – 1.4 Versuchsaufbauten, Umgang mit Glasgeräten und Stativen

II – 1.4.1 Mechanische Stabilität

Bei Versuchsaufbauten auf mechanische Stabilität achten.
Stopfenbohrungen, Schlauchdurchmesser auf Durchmesser der einzuführenden Teile abstimmen. Genormte Teile nach DIN 58121 erfüllen diese Forderung.

Es wird empfohlen, bei Neuanschaffungen Geräte nach DIN 58121 "Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel; Anschlussmaße für Glasgeräte und Verbindungsteile" zu verlangen.

II – 1.4.2 Glasrohre, Glasgeräte

Scharfe Glaskanten je nach Glasart rund schmelzen oder abschleifen; defekte Glasgeräte in Behälter für Glasbruch ausmustern.

Vor dem Einführen von Thermometern, Glasrohren, Glasstäben u.a. in Stopfen und Schläuche ein Gleitmittel (z.B. Glycerin) benutzen. Die Hände mit einem Tuch gegen mögliche Verletzungen durch Glasbruch schützen. Beim Einführen oder Herausdrehen keine Gewalt anwenden. Mit Glasrohren nicht in Richtung Körper arbeiten.

II – 1.4.3 Unterdruck

Beim Evakuieren von Glasgeräten, bei Unterdruck erzeugenden Lösevorgängen und beim Erzeugen von Überdruck Schutzbrille verwenden, erforderlichenfalls zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen (z.B. Schutzscheibe) treffen. Dickwandige Glasgefäße benutzen, wenn keine raschen Temperaturveränderungen auftreten.

Bei gleichzeitig auftretenden raschen Temperaturänderungen:
Rundkolben oder Flachbodenvakuum-Kolben (z.B. "Flabova"-Kolben) verwenden. Dünnwandige Glasgeräte mit flachem Boden und beschädigte Glasgeräte, z.B. angeritzte Rundkolben, nicht evakuieren.

II – 1.4.4 Stative und Versuchsaufbauten

Auf ausreichende Standfestigkeit von Stativen und Aufbauten achten. Genormte Teile nach DIN 58123 erfüllen diese Forderung. Alle Schraubverbindungen sorgfältig ausführen.
Es wird empfohlen, bei Neuanschaffungen Geräte nach DIN 58123 "Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel; Stellzeug; Stativstäbe, Muffen, Füße und Tischklemmen" zu verlangen.

II – 1.5 Umgang mit Laborbrennern und anderen Wärmequellen

II – 1.5.1 Gasschlauch

Als Gasschlauch für Erd-, Stadt- und Flüssiggas (z.B. Propan) einen DVGW-geprüften Gasschlauch verwenden.

DVGW: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., zuständig für technische Sicherheitsregeln für die Gas- und Wasserversorgung

Diese Schläuche tragen einen entsprechenden Aufdruck. Der Durchmesser der Schläuche ist so abgestimmt, dass sie auf die Oliven fest aufzustecken sind. Der flexible Gasschlauch darf auch zum Anschluss an Flüssiggas (z.B. Propan) benutzt werden, sofern der Gasdruck nicht mehr als 50 mbar beträgt.

Gasschlauch nach der Arbeit nicht unter Druck lassen. Gaszufuhr am Zwischenabsperrventil und am zentralen Absperrventil abstellen. Nach Unterrichtsende Gasschläuche von den Schlauchtüllen an den Schülerexperimentiertischen abziehen.

Bei Verwendung des Laborbrenners an wenig flexiblem Schlauch (z.B. armierter Sicherheitsschlauch bei Propanbrenner) standfesten Brenner wählen. Brenner einspannen, damit der Brenner nicht unbeabsichtigt verschoben oder gekippt wird oder herunterfallen kann. Bei Deckensystemen müssen die Schläuche so geführt werden, dass keine Fangstellen und durch Hitze keine Beschädigungen entstehen.

Siehe Teil I – 5.2

II – 1.5.2 Gefährdungen bei sonstigen Wärmequellen

Beim Umgang mit Wärmequellen auf wärmebeständige Unterlage achten; für Lötkolben empfiehlt sich ein geeigneter Ständer.

Bei Verwendung offener Flammen darauf achten, dass sich keine leicht entzündlichen Materialien in der Nähe befinden. Hoch- und leicht entzündliche Flüssigkeiten können durch heiße Gegenstände oder elektrostatische Entladung entzündet werden.

Keine Spiritus- oder Benzinbrenner aus Glas verwenden.

Bei Experimenten mit offenen Flammen auf Brandgefahr (z.B. bei langem Haar, synthetischen Kleidungsstücken) achten.

II – 1.5.3 Kartuschenbrenner

Gebrauchsanweisungen des Herstellers beachten.

Kartuschenbrenner nicht kippen oder schütteln, da Flüssigkeit aus der Düse strömen kann (Brandfackel). Entzündet sich eine Druckgaskartusche, diese bzw. den Brenner senkrecht stellen, damit die Brandfackel kleiner wird und durch Abdecken gelöscht werden kann. Nach Gebrauch Ventil des Kartuschenbrenners stets dicht schließen.
Nach dem Unterricht Kartuschenbrenner auf gelockerte Brenneraufsätze und unverschlossene Ventile prüfen. Mit Druckgaskartuschen bestückte Brenner an einem belüfteten Ort über Erdgleiche aufbewahren. Geeignet ist eine Lagerung der Kartuschenbrenner z.B. in einem Sicherheitsschrank nach DIN 14470 - 1.

II – 1.5.4 Ölbäder, Sandbäder

Ölbäder wegen der Spritzgefahr langsam unter Rühren aufheizen. Keine offenen Flammen benutzen.

Rauchende Ölbäder und Ölbäder, die durch Lösemittel oder stark durch Wasser verunreinigt sind (Ölbäder spritzen beim Hochheizen), nicht weiterbenutzen, sondern sachgerecht entsorgen.

Öl- und Sandbäder sicher befestigen, feuchtigkeits- und staubgeschützt aufbewahren.

Bei Versuchsaufbauten mit Kühlvorrichtungen (z.B. Rückflusskühler) ist sicherzustellen, dass kein Wasser in das Ölbad gelangen kann (z.B. Papiermanschetten benutzen, Kühlschläuche z.B. mit Schlauchschellen sichern).

Brennende Ölbäder durch Abdecken löschen, keinesfalls mit Wasser löschen.

II-1.5.5 Heißluftgebläse

Heißluftgebläse dürfen nicht in der Nähe brennbarer Flüssigkeiten oder Dämpfe betrieben werden, siehe auch Teil I – 3.12.9.

Heißluftgebläse (Heißluftföne) erreichen mit bis zu 550 °C hohe Temperaturen. Dies gilt nicht nur für die Heizdrähte im Inneren de Geräte, sondern auch für die Luftaustrittsdüse am vorderen Ende. Es ist daher unbedingt darauf zu achten, dass Heißluftgebläse nicht in der Nähe brennbarer Gegenstände, Flüssigkeiten oder Dämpfe betrieben werden und auch nicht direkt neben derartigen Stoffen abgelegt werden. Heißluftgebläse können durch die starke Luftströmung das Rückhaltevermögen von Abzügen empfindlich stören.

Die Geräte verfügen zum Ab- und Aufstellen oftmals über aufklappbare Bügel, die jedoch keinen sicheren Stand gewährleisten. Bewährt haben sich zur Ablage stattdessen fest montierte Halterungen direkt am Arbeitsplatz, wie beispielsweise waagrecht angebrachte Stativringe. Zur Verringerung der hohen Brandgefährdung sollen Heißluftgebläse grundsätzlich außerhalb der Abzüge aufbewahrt werden.

II – 1.6 Erhitzen von Stoffen, Destillation

II – 1.6.1 Erhitzen von Flüssigkeiten

Beim Erhitzen von Flüssigkeiten zur Vermeidung von Siedeverzug Siedesteine/Siedekapillare benutzen. Auf die Spritzgefahr ist beim Erhitzen, insbesondere von Laugen, Fehlingscher Lösung und hochviskosen Flüssigkeiten, zu achten.
Beim Erhitzen von Flüssigkeiten im Reagenzglas dieses ständig schütteln. Die Öffnung nicht auf Personen richten.

II – 1.6.2 Destillation

Für das Destillieren leicht entzündlicher Flüssigkeiten keine offenen Flammen verwenden (z.B. Öl- oder Sandbad bzw. elektrische Heizhaube benutzen).

Bei Vakuumdestillation Vorsichtsmaßnahmen treffen (z.B. Siedekapillare benutzen, implosionssicheren Kolben verwenden, Schutzbrille tragen, Schutzscheibe verwenden).

II – 1.6.3 Brennende Leichtmetalle und Phosphor

Besondere Vorsicht bei brennenden Leichtmetallen und Phosphor: Diese nicht mit Wasser oder Kohlenstoffdioxid löschen, Löschsand verwenden. Blendwirkung beachten.

II – 1.6.4 Hohe Temperaturen

Bei Experimenten mit hohen Temperaturen, insbesondere auch bei Dampferzeugung, dafür sorgen, dass keine Verbrühungen auftreten.

II – 1.7 Kühlen

II – 1.7.1 Tiefe Temperaturen

Auf Gefahren bei Experimenten mit tiefen Temperaturen, z.B. mit festem Kohlenstoffdioxid achten. Festes Kohlendioxid nur mit Lederhandschuhen oder Kälteschutzhandschuhen berühren. Festes Kohlenstoffdioxid muss dem Lösemittel (z.B. Aceton, Isopropanol) vorsichtig portionsweise zugeführt werden.
Gebrauchte Tiefkühlbäder sind bis zur Erwärmung auf Zimmertemperatur im Abzug aufzubewahren. Danach werden sie in einem geschlossenen Vorratsbehälter gesammelt oder entsorgt.

II – 1.7.2 Kühlschrank

Ein Kühlschrank im Sammlungsraum ist nicht geeignet für die Lagerung von Säuren, Laugen und brennbaren Flüssigkeiten sowie Lebensmitteln, die zum Verzehr vorgesehen sind.

II – 1.8 Elektrische Einrichtungen

Zum Schutz gegen gefährliche Körperströme bei der Verwendung von Schutzkleinspannung als Stromquellen Sicherheitstransformatoren verwenden.
Bei Sicherheitstransformatoren nach DIN VDE 0551 sind Primär- und Sekundärwicklung vollständig getrennt.

Schutzzeichen auf dem Sicherheitstransformator nach DIN VDE 0551:



Hinweis: Handyladegeräte und Laptopladegeräte sind in der Regel keine Sicherheitstransformatoren

Bei Überlastung und Unfällen sofort Not-Aus-Schalter betätigen.

Zur Ersten Hilfe bei Unfällen durch Elektrizität siehe Teil III – 2 Informationen zur Ersten Hilfe.

II – 1.9 Tätigkeiten mit Stoffen und Zubereitungen

1. Bei Chemikalien sind Geschmacksproben verboten.
2. Ein Auftragen auf die Haut ist ebenfalls verboten.
3. Bei Geruchsprobe Gase und Dämpfe zufächeln.
4. Konzentrierte Säuren oder Laugen beim Verdünnen ins Wasser gießen, nicht umgekehrt.
5. Einmal aus einem Vorratsgefäß entnommene Chemikalien dürfen grundsätzlich nicht wieder in das Gefäß zurückgegeben werden. Der entnommene Überschuss ist sachgerecht zu entsorgen. Bei Alkalimetallen (Natrium, Kalium, Lithium) dürfen die großen abgeschnittenen Stücke wieder ins Vorratsgefäß zurückgegeben werden, weil hier die Verwechselungsgefahr gering ist. Abgeschnittene Krustenstücke dürfen nicht zurückgegeben werden, diese müssen sofort entsorgt werden.
6. Spezielle Regelungen für die Tätigkeit mit Quecksilber
   Demonstrationsversuche mit Quecksilber außerhalb geschlossener Apparaturen möglichst vermeiden. In jedem Falle über einer Quecksilberwanne arbeiten.
   Quecksilber nie offen stehen lassen. Verschüttetes Quecksilber sofort und restlos aufnehmen.
   Beseitigung von Quecksilberresten siehe Ziffer III – 2.6 Tabelle Beseitigungsgruppen

Spezielle Regelungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen siehe Teil II – 2 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge - Chemie.

II – 2 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Chemie

II – 2.1 Hinweise zum Versuchsaufbau

Arbeitsverfahren sind so zu gestalten, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe nicht frei werden, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.

In der Schule kann dieses Ziel erreicht werden durch

- geschlossenen Versuchsaufbau (z.B. NO_2/N_2O_4-Gleichgewicht im abgeschmolzenen Rohr),
- Verwendung geeigneter Waschflaschen oder Absorptionsrohre.

II – 2.2 Explosionsfähige Stoffe und Stoffgemische

II – 2.2.1 Explosionsgefährliche Stoffe oder Stoffgemische

Vor Beginn der Lehrerversuche Schülerinnen und Schüler gesondert über die Gefährdungen (z.B. Lärmentwicklung, wegfliegende Teile, vorzeitiges Zünden) und das sicherheitsgerechte Verhalten unterweisen.

Schutzscheiben aufstellen, Schutzbrille tragen.

Nur mit kleinen Mengen (Größenordnung: Milligramm) arbeiten.

Jeden Druck auf das Gemisch vermeiden, zum Mischen keine harten Gegenstände (Mörser, Spatel usw.) verwenden, sondern auf Papier durch vorsichtiges Umwenden oder mit Hilfe einer Feder mischen.

Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung, Schlag oder Reibung vermeiden. Vor Auslösen der Reaktion Warnhinweis an Schüler geben (z.B. zur Vermeidung von Gehörschäden Ohren zuhalten und Mund öffnen).

Anfallende explosionsgefährliche Stoffe und Stoffgemische nicht aufbewahren, sondern unter größter Vorsicht in geeigneter Weise vernichten.

II – 2.2.2 Gemische aus brennbaren Gasen bzw. Dämpfen mit Luft oder Sauerstoff

Schutzbrille tragen, ggf. Schutzscheiben oder Explosionskorb aufstellen.

Zwischen Gasentwickler und Reaktionsraum geeignete Rückschlagsicherung einbauen (Glasrohr mit Stahlwolle, Quarzwolle, kleine Gaswaschflasche oder Blasenzähler).

Keine Flamme in die Nähe des Gasentwicklers bringen.

Knallgas- oder Chlorknallgasexplosionen nur mit kleinen Mengen durchführen (Seifenlösung, 10 ml Einwegspritze, Reagenzglas).

„Papprohrversuch" mit Kohlenwasserstoffen und Luft, nicht jedoch mit Sauerstoff durchführen.

Explosionsgefährliche Gemische von Ethin mit Luft, nicht jedoch mit Sauerstoff herstellen; Explosionsgefahr bei Mischungen aus Ethin mit Brom oder Chlor in gasförmiger Phase beachten.

II – 2.2.3 Peroxide

Vor der Verwendung, insbesondere vor einer Destillation von Flüssigkeiten, die durch Lichteinwirkung Peroxide bilden (z.B. Ether, Alkanale, Alkanone, ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Tetralin, Tetrahydrofuran, Dioxan), Peroxidtest, z.B. mit Peroxidteststreifen, durchführen. Bei positivem Peroxidtest vorzugweise inaktivieren z.B. mit Eisen(II)-sulfat und entsorgen.
Ebenfalls ist auf das Vorhandensein von Peroxiden zu prüfen, wenn sich ein Niederschlag in der Vorratsflasche mit organischer Flüssigkeit bildet.

Flüssigkeiten, die zu Peroxidbildung neigen, in braunen Flaschen aufbewahren.

Feste Peroxide mit Wasser phlegmatisieren
- Cyclohexanonperoxid mit w (Wasser) > 15 %,
- Dibenzoylperoxid mit w (Wasser) > 32 %.

II – 2.2.4 Explosionsgefährliche Mischungen

Sonstige explosionsgefährliche Mischungen und Reaktionsprodukte, die besondere Vorsicht bei Tätigkeiten erfordern:

- Schwermetallacetylide beim Einleiten von Ethin in Schwermetallsalzlösung,
- Silberazid beim Ausfällen aus Silbersalzlösungen mit Natriumazid,
- Natriumazid-Mischungen mit Metalloxiden bzw. –sulfiden,
- Kaliumpermanganat-Mischungen mit Metallen bzw. brennbaren Bestandteilen,
- Mischungen von Eisen(III)-oxid, Mangan(IV)-oxid mit Aluminium (Thermitmischung),
- Phosphor beim Erhitzen im Phosphorlöffel, in dem noch Reste von Schwefel enthalten sind (Bildung von Phosphorsulfiden),
- Mischungen von Kupferoxid mit Aluminium, Magnesium oder Lithium,
- Chlorat-, Perchlorat- und Nitrat-Mischungen mit rotem Phosphor, Zucker,
- Schwefel, bzw. mit anderen brennbaren Bestandteilen.

II-2.2.5 Brisante Produkte

Reaktionen, bei denen besonders brisante Produkte entstehen, sollen nicht durchgeführt werden, hierzu gehören z.B.:

- Reaktion von Iod mit konzentrierter Ammoniak-Lösung zu Iodstickstoff,
- Reaktion von Kaliumpermanganat mit konzentrierter Schwefelsäure zu
- Mangan(VII)-oxid,
- Herstellung von Silbernitrid aus ammoniakalischer Silbersalzlösung,
- Lösungen nach Gebrauch entsorgen.

II – 2.3 Hoch- bzw. leichtentzündliche Stoffe

- Beim Arbeiten mit hoch- und leichtentzündlichen Stoffen offene Flammen löschen oder Stoffe in sichere Entfernung bringen (Dämpfe kriechen flüssigkeitsähnlich über größere Entfernungen).
- Bei Experimenten möglichst in geschlossenen Apparaturen arbeiten.
- Beim Erhitzen (z.B. Destillieren) keine offene Flamme verwenden, z.B. mit Pilzheizhaube, Ölbad oder Sandbad heizen.
- Elektrostatische Aufladung (Entladungsfunke) berücksichtigen, z.B. metallische Entsorgungsgefäße mit Schutzerdung versehen.

Eine Aufbewahrung entzündlicher/entzündbarer Flüssigkeiten in Unterrichtsräumen ist grundsätzlich untersagt!

Im Einzelfall kann die Gefährdungsbeurteilung unter besonderer Berücksichtigung aller nachstehenden Punkte auch ergeben, dass kein Sicherheitsschrank für brennbare Stoffe erforderlich ist, siehe auch I – 3.12.10.:

- die Gefäße sind dicht verschlossen und dauerhaft gekennzeichnet,
- gefährliche Mengen oder Konzentrationen von Gefahrstoffen, die zu Brand- oder Explosionsgefahren führen, sind nicht vorhanden (dies bedeutet u. a. die Mengen an Gefahrstoffen sind insbesondere im Hinblick auf die Brandbelastung und die Brandausbreitung auf das unbedingt notwendige Maß zu begrenzen),
- Zündquellen, die zu Bränden oder Explosionen führen können, sind nicht vorhanden (das bedeutet u. a. offene Flammen und elektrostatische Aufladung werden vermieden, die vorhandene ortsfeste elektrische Anlage ist fristgerecht geprüft),
- schädliche Auswirkungen durch Brände oder Explosionen auf die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht zu befürchten sind (das bedeutet u. a. es sind in Fachräumen mit erhöhter Brandgefahr zwei sichere Fluchtmöglichkeiten vorhanden, die Ausgangstüren schlagen in Fluchtrichtung auf und lassen sich jederzeit von innen ohne fremde Hilfsmittel öffnen, und es stehen genügend Feuerlöscher zur Verfügung).

II – 2.4 Alkali- und Erdalkalimetalle

II – 2.4.1 Alkalimetalle

Vorsicht bei der Reaktion von Natrium und Kalium mit Wasser:

Um ein Festsetzen am Rand des Reaktionsgefäßes zu verhindern und um die Oberflächenspannung zu reduzieren, ist ein Tropfen Spülmittel zuzusetzen.

Kleine erbsengroße Stücke verwenden. Kruste entfernen. Gegen Ende der Reaktion zerplatzt die geschmolzene Hydroxid-Kugel: Spritzgefahr, Verätzungsgefahr.

Beim Experimentieren Schutzbrille tragen, Schutzscheibe aufstellen.

Äußerste Vorsicht bei der Umsetzung von Lithium unter Wasser mit dem Sieblöffel: nur linsengroße Stücke, sorgfältig entrindet, einsetzen, sauberen dicht schließenden Sieblöffel (Teesieb) verwenden.
Sieblöffel-Versuch niemals mit Natrium oder Kalium durchführen.

Reste von Lithium und Natrium, sowie abgetrennte Krusten mit Ethanol (Brennspiritus) umsetzen; längere Reaktionszeit beachten.

Kaliumreste mit tert.-Butanol im Abzug umsetzen, auf vollständige Umsetzung achten, nach der Abreaktion vorsichtig mit Ethanol weiter verdünnen.

Reste der Alkalimetalle nicht in den Ausguss oder Abfalleimer werfen, bei Feuchtigkeit droht Selbstentzündung.

Aufbewahrung der Alkalimetalle unter Paraffinöl, bei Petroleum zeigt sich stärkere Krustenbildung.

Alkalimetalle reagieren heftig bis explosionsartig mit Halogenkohlenwasserstoffen. Deshalb nicht als Trockenmittel benutzen, stattdessen z.B. Molekularsieb verwenden.

Alkalimetallbrände mit Sand löschen.

II – 2.4.2 Erdalkalimetalle

Beim Abbrennen von Magnesiumband auf die Blendgefahr achten. Siehe Teil I – 10 (Tätigkeiten mit künstlicher optischer Strahlung)

II – 2.5 Halogene

Mit Chlor und Brom in geschlossener Apparatur oder im Abzug arbeiten.

An Stelle von elementarem Brom sollte Bromwasser verwendet werden.

Brom nur in kleinen Gebinden (125 ml) beschaffen und verwenden. Siehe Teil I – 3.12.5.

Brom nur in einem dauerhaft abgesaugten Giftschrank mit mindestens 10-fachem Luftwechsel lagern.

Bei der Herstellung von Chlor z.B. aus Salzsäure und Kaliumpermanganat, nur das benötigte Chlorvolumen entwickeln.

Überschüssiges Chlor und Brom entsprechend DGUV Regel 2004 „Gefahrstoffliste“ beseitigen.

II – 2.6 Kunststoffe

II – 2.6.1 Aufbewahrung

Kunststoffkomponenten, Hilfsmittel und Lösemittel in Originalverpackungen aufbewahren.

Reste von abgefüllten Komponenten nicht in die Originalgebinde zurückgießen.

Für gute Belüftung sorgen, Sonneneinstrahlung vermeiden.

Für Gefahrstoffe Sicherheitsdatenblätter vom Hersteller anfordern und als Information für alle zugänglich aufbewahren.

II – 2.6.2 Verarbeitung durch Polieren, Schleifen, Schmelzschneiden

Staubentwicklung so gering wie möglich halten, z.B. durch Nassbearbeitung.

Bei der maschinellen Bearbeitung entstehende Stäube absaugen, bei manueller Bearbeitung Fensterlüftung.

Schmelzschneiden am gut belüfteten Arbeitsplatz (Verbrennungs- bzw. Pyrolyseprodukte der geschnittenen Werkstoffe können gesundheitsschädlich sein).

II – 2.6.3 Warmverformen

Höhere Temperaturen vermeiden. Bei der Verarbeitung von PVC über 170 °C entsteht u. a. Hydrogenchlorid (Chlorwasserstoff) und Vinylchlorid.

Wenn nicht mit handelsüblichen Geräten gearbeitet wird, Versuchsaufbau standsicher ausführen. Unbeabsichtigtes Berühren der Heizquelle durch geeignete Maßnahmen ausschließen.

II – 2.6.4 Verkleben

Sicherheitshinweise und Herstellerhinweise zu Klebstoffen beachten.

Bei großflächiger Anwendung von Klebstoffen für ausreichende Lüftung sorgen.

Auf sicheren Umgang mit Schmelzklebstoffen hinweisen: Verletzungen durch Schmelzklebstoffe sind schmerzhaft und verursachen schlecht heilende, schwere Verbrennungen. Bei der Verarbeitungstemperatur von mehr als 180 °C haftet der Klebstoff sofort auf der Haut und lässt sich nicht abwischen.

Unter fließendem Wasser kühlen.
Siehe Teil III – 2.2.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht.

II – 2.6.5 Verschäumen mit Polyurethankunststoffen (PU)

Vorrangig Montageschaum aus Druckgaskartuschen verwenden.

Polyol-Toluylendiisocyanat (TDI) und Polyol-Hexamethylendiisocyanat (HDI)-Mischungen nicht mehr einsetzen; sie sind sehr giftig, sensibilisierend und haben einen hohen Dampfdruck. Möglichst Polyurethan-Schäume auf der Basis von Diphenylmethandiisocyanat (MDI) verwenden.
Möglichst Polyurethan-Schäume mit dem GISCODE PU 10 (PU-Systeme, lösemittelfrei) einsetzten.
Gefahr von allergischen Reaktionen beachten, Hautkontakt vermeiden.
Bei Arbeiten mit PU-Harzen Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen.
In gut gelüfteten Räumen verarbeiten.

II – 2.6.6 Silikone

Für Quellversuche nur Waschbenzin oder Petrolether (keinen Ottokraftstoff) verwenden. Unbedingt den Abzug benutzen.

Schutzhandschuhe tragen. Härter für Silikone können Haut und Augen reizen. Allergische Hautreaktionen sind möglich.

II – 2.6.7 Glasfaserverstärkte Kunststoffe – Ungesättigte Polyesterharze (UP)

Sicherheits- bzw. Herstellerhinweise beachten.

Großflächig im Freien oder in gut gelüfteten Räumen verarbeiten.

In das Harz erst Beschleuniger (Schwermetallsalze, Amine) sorgfältig einrühren, dann Härter (Peroxide) zugeben. Härter und Beschleuniger niemals direkt miteinander vermi-

schen (Explosionsgefahr). Vorbeschleunigte Harze bzw. Cobaltnaphthenat als Beschleuniger und MEKP-Härter (Methylethylketonperoxid) bevorzugen.

Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen.

II – 2.6.8 Epoxidharze

Auf Epoxidharze aufgrund der sensibilisierenden Wirkung und des Epichlorhydrinanteils im Unterricht verzichten. Bei expoxidharzhaltigen Klebern Ersatzstoffprüfung zwingend durchführen.

II – 2.6.9 Entsorgung von Resten und Abfällen

Unverbrauchte flüssige Kunststoffkomponenten zu Kunststoffen reagieren lassen.
Sind Reste aus der Kunststoffverarbeitung nicht mehr zu verarbeiten, dann geben die Sicherheitsdatenblätter bzw. die Sachkostenträger der Schule über die Abfallbeseitigung Auskunft.

II – 2.6.10 Reinigung

Verunreinigte Haut nicht mit Lösemitteln (z.B. Aceton) säubern, hautschonende Handreinigungsmittel verwenden.

II – 2.7 Künstliche optische Strahlung

Auch im Chemieunterricht kann künstliche optische Strahlung vorkommen. Siehe I – 10. und II – 4.3.

II – 3 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Biologie

II – 3.1 Umgang mit Tieren

Aquarien und Terrarien
- Handelsübliche geeignete Elektrogeräte verwenden. Bei Eigenfertigung Elektroinstallation nur von Elektrofachkraft durchführen lassen.
- Bei der Verwendung von Transformatoren für Beleuchtung oder Heizung in Aquarien Trenntransformatoren[28] benutzen. Die im Lehrmittelhandel angebotenen Netzgeräte enthalten in der Regel Trenntransformatoren.
- Heizlampen sicher befestigen.
- Beim Arbeiten in Aquarien elektrische Geräte vom Netz trennen.

Hygiene bei der Tierhaltung
- Auf die Einhaltung der hygienischen Grundregeln achten: Stellen, die mit dem Tier in Berührung gekommen sind, gründlich waschen, bei Bedarf mit Desinfektionsmittel.
- Stopfpräparate, Insektensammlungen
- Nur einwandfrei desinfizierte Präparate verwenden, z.B. durch Bezug vom Fachhandel. Als Alternative zur Begasung ist die Tiefkühlbehandlung[29] von Präparaten oder Insek-

---

[28] Schutzzeichen auf dem Trenntransformator nach DIN VDE 0551

alt: neu:

[29] 14-tägige Behandlung bei ca. -20° C führt zur Vernichtung verschiedener Motten- und Käferarten.

tensammlungen zur Bekämpfung von Schädlingen (z.B. Museumskäfern oder Milben) empfehlenswert.

Tierarten in der Schule

- Keine "giftigen" Tiere[30] mitbringen.
- In der Schule verwendete Säugetiere aus behördlich kontrollierten Zuchten (z.B. Zoohandel) beziehen.
- Nur solche Vögel halten, die entsprechend den geltenden Einfuhrbestimmungen vorbeugend durch einen Tierarzt behandelt wurden und bei denen durch amtstierärztliche Bescheinigung nachgewiesen ist, dass sie frei von Ornithose (Psittakose) sind.

II – 3.2 Umgang mit Pflanzen und Pilzen

Giftige Pflanzen oder deren Teile (Blätter, Wurzeln, Samen, Früchte) und Giftpilze[31] kenntlich machen. Giftige Pflanzen und Giftpilze nach Art und Anzahl auf den notwendigen Bedarf im Unterricht beschränken.
Nach der Untersuchung von Pflanzen und Pilzen, insbesondere von giftigen Pflanzen und Giftpilzen, Hände waschen. Falls erforderlich, z.B. bei Neigung zu Allergien, geeignete Schutzhandschuhe tragen.
Schüler auf Verletzungs- und Infektionsgefahr beim Arbeiten mit Präparierbesteck oder Mikrotom hinweisen, z.B. Mikroskopieren, Sezierversuche.

II – 3.3 Umgang mit Mikroorganismen

Allgemeine Regeln zu Hygiene und Verhalten

- Auf hygienisches Verhalten, Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz achten.
- Im Arbeitsraum nicht essen, trinken, schminken, rauchen oder schnupfen. Nahrungsmittel, auch verpackte, nicht auf den Arbeitstisch legen.
- Vor Eintritt in die Pause Hände mit Seife waschen und ggf. desinfizieren, z.B. mit Sterilium.
- Schleimhäute von Mund, Augen und Nase nicht mit Gegenständen (z.B. Impföse) oder Händen berühren, die durch die Arbeit mit Mikroorganismen kontaminiert sein können.
- Arbeitsgeräte, die mit Mikroorganismen in Berührung gekommen sind, nach Gebrauch sterilisieren (z.B. Impfösen nach jedem Gebrauch in der Flamme ausglühen).
- Pipettieren mit dem Mund ist untersagt. Pipettierhilfe benutzen.
- Aerosolbildung vermeiden (z.B. Pipette nicht ausblasen, auch nicht mit Pipettierhilfe)
- Nach Beendigung der Tätigkeit mit Mikroorganismen den Arbeitsplatz mit geeigneter Desinfektionslösung (z.B. Isopropanol, 70%) desinfizieren. Danach Hände mit Seife waschen und mit Desinfektionsmittel (z.B. Sterilium) desinfizieren.

Entsorgung

- Bakterien und Pilzkulturen nach Gebrauch durch Autoklavieren wie folgt vernichten:
- Petrischalen oder Behälter mit Altkulturen in einem Autoklaven bei 121 °C mindestens
- 20 Minuten lang oder im Dampfdrucktopf bei 116 °C (Schnellkochtopf Stufe 2)
- mindestens 30 Minuten lang sterilisieren[32].
- Einwegpetrischalen zum Sterilisieren vorher in einen autoklavierbaren Vernichtungsbeutel (ggf. hoch erhitzbaren Bratenbeutel) legen.
- Das Funktionieren der Autoklaviergeräte (Autoklav oder Dampfdrucktopf) anhand der Bedienungsanleitung[33] überprüfen.

---

30 Dies betrifft vor allem Schlangen und andere Reptilien sowie Amphibien. Dies trifft auch für die außereuropäischen Arten zu, die in das Washingtoner Artenschutzabkommen einbezogen sind.
Vgl. Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung).

31 Tabellen zur Biologie siehe Ziffer III – 1.1 bis 1.3 Giftige Pflanzen, Giftpilze.

32 Die erfolgreiche Inaktivierung kann z.B. durch Zugabe von Autoklavierband zum Autoklaviergut sichergestellt werden.

- Das inaktivierte Material nach dem Abkühlen sofort in den Ausguss (Flüssigkeiten) oder in den Müll (Einwegpetrischalen) geben.
- Zur Entsorgung von Kulturen von Mikroorganismen, die in Ausnahmefällen nicht selbst inaktiviert werden können, Abgabe an Krankenhäuser oder Hygieneinstitute vereinbaren.

II – 4 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Physik

II – 4.1 Mechanik

Bei Versuchsaufbauten auf mechanische Stabilität achten.
Beim Experimentieren mit hohen Drucken, gespannten Federn und Drähten oder beim Flaschenzug zur Bewegung großer Massen mögliche Gefährdungen beachten.
Beim Arbeiten mit vermindertem Druck (z.B. Fallröhre, Gasdichtebestimmung, auch Sieden unter vermindertem Druck) Gefahr der Implosion beachten.
Bei Versuchen zum waagrechten oder schiefen Wurf gefahrlose Wurfbahn wählen.
Den Aufbau von Rotationsexperimente besonders sorgfältig planen und ausführen. Falls die Gefahr besteht, dass Massenstücke wegfliegen, Schutzscheibe benutzen.
Rotierende Körper nicht in Augenhöhe anordnen.
Drehschemelversuche mit angezogenen Armen beginnen.

II – 4.2 Wärmelehre

Beim Erhitzen von Wasser in Druckgefäßen (z.B. im Papinschen Topf) Sicherheitsventile vor dem Experiment prüfen. Mit dem Druck unter der zulässigen Höchstgrenze bleiben.
Dämpfe hoch- oder leichtentzündlicher, nicht wasserlöslicher Flüssigkeiten (z.B. Ether) nicht mit Rotationspumpen absaugen. Beim Absaugen mit Wasserstrahlpumpe Zündquellen in der Nähe vermeiden.
Beim Experimentieren mit dem "Bolzensprenger" und der "Sprengkugel" splittersichere Abdeckung benutzen.

II – 4.3 Optik und optische Strahlung

Bei Versuchen mit gefährlicher Strahlung (z.B. Lichtbogen-, Quecksilber-Hochdruck-Lampen, UV-Lampen, Laser, brennendes Magnesium) Blendung und Überreizung der Augen verhindern. Die Versuchsanordnung so aufbauen, dass niemand direkt in den Strahlengang blicken kann. Beim Betrachten von Lichtbögen, Sonnenbeobachtung etc. geeignete Schutzmaßnahmen ergreifen.
Beim Umgang mit Hochdrucklampen Erschütterungen vermeiden (Explosionsgefahr). Herstellerhinweise beachten. Bei Experimenten, in denen die Lichtquelle direkt betrachtet wird, die Leuchtdichte auf ein ungefährliches Maß begrenzen.

II – 4.3.1 Strahlungsquellen in Schulen

In allgemeinbildenden Schulen können zum Beispiel folgende künstliche optischen Strahlungsquellen vorkommen:

Haushaltsübliche Leuchtmittel
Laser und Laserpointer
UV-Lampen
Spektrallampen
offene Flammen
Abbrennen von Magnesium

---

[33] Das Autoklavierband ist ein Indikator, der über eine Farbreaktion anzeigt, dass während des Autoklaviervorgangs die gewünschte Druck-/ Temperaturbedingung vorlag; die Farbreaktion gilt als Beleg für den erfolgreichen Verlauf des Autoklaviervorgangs.

Bogenlampen
Blitzlichtgeräte
LED-Lampen
gebündeltes Sonnenlicht
Brennöfen
IR-Lampen

II – 4.3.2 Expositionsgrenzwerte

II – 4.3.2.1 Einhaltung der Expositionsgrenzwerte

Die Einhaltung der Expositionsgrenzwerte ist u. a. abhängig von der Zeit, dem Abstand und der Strahlungsart. Bei den Expositionsgrenzwerten für UV-Strahlung ist in der Regel nur der Effektivwert H_{eff} von 30 J/m^2 (für Augen und Haut) zu berücksichtigen, da der zusätzliche Langzeitgrenzwert von 10000 J/m^2 für die Augen bei Schulversuchen keine Rolle spielt.
Zur Beurteilung von Blendungen haben sich 1000 cd/m^2 als Grenzwert bewährt.

II – 4.3.2.2 Einhaltung ohne besondere Schutzmaßnahmen

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung sind die Expositionsgrenzwerte ohne besondere Schutzmaßnahmen bei folgenden Strahlungsquellen eingehalten:
Haushaltsübliche Leuchtmittel
Geldscheinprüfgeräte
Schwarzlichtlampen zur Bühnenbeleuchtung
offene Flammen, z.B. Teclu- oder Bunsenbrenner
Natrium-Spektrallampe
Blitzlichtgeräte

II – 4.3.2.3 Einhaltung mit Schutzmaßnahmen

Bei folgenden Strahlungsquellen sind die Expositionsgrenzwerte eingehalten, wenn folgende Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden:

Laserpointer, wenn sichergestellt ist, dass sie den Laserklassen 1 oder 2 nach DIN EN 60825 entsprechen und nur zu Präsentationszwecken eingesetzt werden. Wenn Laserpointer für Experimente eingesetzt werden, sind die Schutzmaßnahmen nach Kap. I – 10.2 einzuhalten.

Laser, wenn die Schutzmaßnahmen von Kap. I-10.2 eingehalten sind.

UV-Hand- und Tischlampen, die z.B. bei der Dünnschichtchromatographie verwendet werden, wenn nicht direkt in den Strahlengang geschaut wird und die Hände nicht unnötig dem Strahlengang ausgesetzt werden. Das seitliche Streulicht ist in einer Entfernung ab 1 m unproblematisch. Beim Arbeiten im Strahlengang, z.B. beim Markieren der DC-Platte kann die erlaubte Tagesdosis von H_{eff} = 30 J/m^2 schon in wenigen Minuten erreicht sein, daher die Arbeitszeit im Strahlengang auf wenige Minuten (< 3 Minuten) begrenzen.

Spektrallampen, wenn folgendes beachtet wird:

Sofern sie einen Quarzglaskolben besitzen (siehe Bedienungsanweisung) und im UV-Bereich emittieren, müssen Schutzmaßnahmen eingehalten werden. Z.B. bei Quecksilberdampflampen (Quecksilberhochdruck und -höchstdrucklampen) niemals direkt in den Strahlengang schauen oder sich darin aufhalten. Die erlaubte Tagesdosis an UV-Licht von H_{eff} = 30 J/m^2 kann selbst im Abstand von 50 cm bereits nach wenigen Sekunden überschritten sein. Beim Einsatz dieser Lampen sind Schutzmaßnahmen auch gegen seitlich zum Strahlengang austretendes Streulicht zwingend notwendig:

Abschirmung des Streulichtes durch in der Schule vorhandene Schutzscheiben z.B. aus Polycarbonat, Plexiglas, Glas, Verbundglas. (Achtung: Man kann nicht davon ausgehen, dass solche Schutzscheiben das UV-Licht im direkten Strahlengang hinreichend abschirmen.)
Der Arbeitsbereich, in dem diese UV-Strahlung auftreten kann, ist zu kennzeichnen und abzugrenzen. Diese Lampen dürfen nur unter unmittelbarer Aufsicht der Lehrerin oder des Lehrers betrieben werden.
Quecksilberdampflampen mit Glaskolben statt Quarzglaskolben geben i.d.R. deutlich weniger UV-Licht ab. Da dies aber vor Ort kaum entschieden werden kann, sind die gleichen Schutzmaßnahmen wie oben dringend zu empfehlen.

Abbrennen von Magnesiumband, wenn die Blendung verhindert wird.
Die Expositionsgrenzwerte, insbesondere für die UV-Strahlung nach § 6 OStrV werden nicht überschritten.
Hier besteht eine Gefährdung durch Blendung. Die zulässige Leuchtdichte von 1000 cd/m^2 wird selbst in 1,7 m Abstand um das 1000 fache überschritten. Durch entsprechende Abschirmung und Abschottung in Blickrichtung oder die Verwendung von Schutzfiltern z.B. Schweißerschutzfilter Stufe 3 oder 4, Cobaltglas oder eine Ceranglasscheibe® kann der Versuch sicher durchgeführt werden. Für die experimentierende Lehrperson ist eine Schweißerschutzbrille der Stufe 5 geeignet. Vor dem Experiment sind die Schülerinnen und Schüler dahingehend zu unterweisen, dass sie nicht in die Flamme schauen. Sollte jemand direkt in die Flamme schauen, so ist eine Beeinträchtigung des Sehvermögens für einige Minuten bis Stunden möglich. Dadurch ist mit einer Gefährdung bei der Teilnahme am Straßenverkehr zu rechnen.

Bogenlampen, wenn sie nur mit geschlossenem Gehäuse betrieben werden und niemand direkt in den Strahlengang schaut.

LED-Lampen; wenn folgendes beachtet wird:
LED Lampen müssen der DIN EN 62471 entsprechen und in Risikoklassen eingeordnet werden. Kleine Anzeigen-LEDs entsprechen in der Regel der Risikogruppe 0. Daher müssen sie nicht gekennzeichnet werden und es müssen keine Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Ab Risikogruppe 2 müssen Schutzmaßnahmen (Einweisung, Berücksichtigung bei der Versuchsplanung) getroffen werden. Eine Blendungsbeurteilung kann anhand der Leuchtdichte durchgeführt werden. Bei Leuchtdichten ab 1000 cd/m^2 besteht eine Blendung mit ggf. Nachbildern und Einschränkung der Sehfähigkeit. Gebündelte Hochleistungs-LED-Scheinwerfer können 3 000 000 und mehr cd/m^2 erreichen. Deshalb sollten diese LEDs nicht auf die Augen von Personen gerichtet werden.

Gebündeltes Sonnenlicht, wenn nicht in den Strahlengang geschaut wird, eine Unterweisung durchführt wird und Brand- und Verbrennungsgefahr beachtet werden.

Brennöfen, wenn sich während des Brennvorgangs keine Personen im Gefahrenbereich (ein bis zwei Meter) dauerhaft aufhalten.
Brennöfen in Schulen heizen sich üblicherweise bis zu 1500 °C auf. Während des Betriebs bei geschlossener Tür werden die Grenzwerte der IR-Strahlung nur direkt an der Oberfläche überschritten. Wird die Tür fälschlicher Weise während des Brennvorgangs geöffnet, werden die Expositionsgrenzwerte bis zu Bereichen von 2-3 m um den Ofen herum überschritten. Deshalb darf kein brennbares oder explosibles Material im Bereich bis 3 m um die Öfen herum stehen. Ferner dürfen nur unterwiesene Personen den Ofen in Betrieb und außer Betrieb nehmen. Arbeitsplätze müssen mindestens 3 m vom Ofen entfernt sein. Anmerkung: Die Leistungen reichen bis zu 20000 W/m^2 in 1 m Entfernung bei einer geöffneten Tür; hierbei schaltet der Ofen zwar in der Regel ab, aber die noch vorhandene Wärme strahlt noch einige s (typisch 30- 100s) intensiv weiter.

IR-Lampen werden typischer Weise auch zu medizinischen Zwecken bis 250 W eingesetzt. Die Expositionsgrenzwerte können in einer Entfernung bis zu 50 cm zwar überschritten werden, eine entsprechende Unterweisung reicht aber. Hinsichtlich des Brandschutzes sollten auch hierbei brennbare Teile mindestens 1-1,5 m um die Quelle herum entfernt werden, ohne Aufsicht dürfen diese Lampen nicht betrieben werden.

II – 4.3.3 Gefährdungsbeurteilung

Vor Aufnahme einer Tätigkeit mit optischer Strahlung ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Siehe auch I – 0
Für die Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler ist in jedem Fall eine Gefährdung gegeben, wenn die Expositionsgrenzwerte nach Absatz I – 10.1.5 überschritten werden. Die Schulleiterin und der Schulleiter können sich die notwendigen Informationen beim Hersteller oder Inverkehrbringer der verwendeten Arbeitsmittel oder mit Hilfe anderer ohne weiteres zugänglicher Quellen beschaffen.

(Hinweis: Für neu gekaufte inkohärente optische Strahlungsquellen muss der Hersteller oder Inverkehrbringer eine Risikobewertung nach DIN EN 62 471 vorlegen. (Für Laser siehe I – 10.1.5 und II – 4.4). Lässt sich nicht sicher feststellen, ob die Expositionsgrenzwerte nach Kapitel I – 10.1.5 eingehalten werden, hat die Schulleiterin oder der Schulleiter den Umfang der Exposition durch Berechnungen oder Messungen festzustellen oder festzustellen lassen..

Wichtige Hinweise zu Laserklassen

Die in dieser RISU aufgeführten Laserklassen entsprechen der Norm DIN EN 60 825-1 bis März 1997. Die neue Norm DIN EN 60 825-1 (VDE 0837 Teil 1), Ausgabe Oktober 2003, enthält jedoch eine geänderte Klassifizierung mit den Klassen 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B und 4. Dabei bleiben die Klassen 1, 2, 3B und 4 gegenüber der bisherigen Norm DIN EN 60825-1 bis März 1997 weitgehend unverändert. Neu sind die Klassen 1M und 2M statt der bisherigen Klasse 3A und die Klasse 3R als Unterklasse der bisherigen Klasse 3B. Zurzeit gibt es Laser, die nach der bisherigen DIN EN 60 825-1 (VDE 0837 Teil 1) bis Ausgabe März 1997 in die Laserklassen 1, 2, 3A, 3B und 4 klassifiziert wurden und zunehmend neue Laser, die nach der DIN EN 60 825-1 (VDE 0837 Teil 1) Ausgabe Oktober 2003 in die Laserklassen 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B und 4 klassifiziert werden. Spätestens seit 1. Januar 2004 müssen jedoch Laser-Einrichtungen, die neu in Verkehr gebracht werden, nach der aktuell gültigen Norm DIN EN 60 825-1 (VDE 0837 Teil 1) klassifiziert werden. Eine Pflicht zur Klassifizierung nach den neuen Laserklassen für vorhandene Lasereinrichtungen und solche, die bis zum 31. Dezember 2003 in Betrieb genommen worden sind, besteht nicht. Für Laser mit der alten Klassifizierung gilt die Unfallverhütungsvorschrift „Laserstrahlung“ (GUV V B2) uneingeschränkt. Für Laser mit der neuen Klassifizierung gibt diese RISU Hinweise, wie die Anforderungen der Unfallverhütungsvorschrift „Laserstrahlung“ umgesetzt werden können.

Im Folgenden sind die Definitionen aller Laserklassen aufgeführt:

Klasse 1:
Die zugängliche Laserstrahlung ist unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen ungefährlich.
Anmerkung:
Die „vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen“ sind beim bestimmungsgemäßen Betrieb eingehalten.
Bei Lasereinrichtungen der Klasse 1 können im oberen Leistungsbereich z.B. Blendung, Beeinträchtigung des Farbsehens und Belästigungen nicht ausgeschlossen werden.

Klasse 1M:
Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 4 000 nm. Die zugängliche Laserstrahlung ist für das Auge ungefährlich, solange der Strahl-

querschnitt nicht durch optische Instrumente, z.B. Lupen, Linsen, Teleskope verkleinert wird.

Anmerkung:

Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 1M eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 1.

Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3R oder 3B auftreten.

Klasse 2:

Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) auch für das Auge ungefährlich. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1.

Anmerkung:

Bei Lasereinrichtungen der Klasse 2 ist das Auge bei zufälliger, kurzzeitiger Einwirkung der Laserstrahlung, d.h. bei Einwirkungsdauer bis 0,25 s nicht gefährdet. Lasereinrichtungen der Klasse 2 dürfen deshalb ohne weitere Schutzmaßnahmen eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass weder ein absichtliches Hineinschauen für die Anwendung über längere Zeit als 0,25 s, noch wiederholtes Hineinschauen in die Laserstrahlung bzw. spiegelnd reflektierte Laserstrahlung erforderlich ist. Von dem Vorhandensein des Lidschlussreflexes oder von anderen Abwendungsreaktionen zum Schutz der Augen darf in der Regel nicht ausgegangen werden.

Daher sollte man, falls Laserstrahlung der Klasse 2 ins Auge trifft, bewusst die Augen schließen und sich sofort abwenden. (siehe auch BGI 5092) Für kontinuierlich strahlende Laser der Klasse 2 beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) Pgrenz = 1 mW (bei $C_6 = 1$).

Klasse 2M:

Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm. Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) für das Auge ungefährlich, solange der Strahlquerschnitt nicht durch optische Instrumente, z.B. Lupen, Linsen, Teleskope, verkleinert wird. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1M.

Anmerkung:

Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 2M eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 2.

Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3R oder 3B auftreten.

Klasse 3A:

Die zugängliche Laserstrahlung wird für das Auge gefährlich, wenn der Strahlquerschnitt durch optische Instrumente, z.B. Lupen, Linsen, Teleskope, verkleinert wird. Ist dies nicht der Fall, ist die ausgesandte Laserstrahlung im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm) bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s), in den anderen Spektralbereichen auch bei Langzeitbestrahlung, ungefährlich.

Anmerkung:

Bei Lasereinrichtungen der Klasse 3A handelt es sich um Laser, die nach der Norm/DIN EN 60825-1:1997 oder früher klassifiziert worden sind. Lasereinrichtungen der Klasse 3A, die nur im sichtbaren Wellenlängenbereich emittieren, können behandelt werden wie solche der Klasse 2M. Lasereinrichtungen der Klasse 3A, die nur im nicht sichtbaren Spektralbereich emittieren, können behandelt werden wie solche der Klasse 1M. Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 3A, die nur im sichtbaren Spektralbereich emittieren, eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 2. Bei Lasereinrichtungen der Klasse 3A, die nur im nicht sichtbaren Spektralbereich emittieren, besteht eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 1.

Klasse 3R:

Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 10^6 nm und ist gefährlich für das Auge. Die Leistung bzw. die Energie beträgt maximal das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung der Klasse 2 im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm und das Fünffache des Grenzwertes der Klasse 1 für andere Wellenlängen.

Anmerkung:

Lasereinrichtungen der Klasse 3R sind für das Auge potenziell gefährlich wie Lasereinrichtungen der Klasse 3B. Das Risiko eines Augenschadens wird dadurch verringert, dass der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) im sichtbaren Wellenlängenbereich auf das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung (GZS) für Klasse 2, in den übrigen Wellenlängenbereichen auf das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung (GZS) für Klasse 1 begrenzt ist.

Für kontinuierlich strahlende Laser der Klasse 3R beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) Pgrenz = 5 mW (bei C_6 = 1) im Wellenlängenbereich 400 nm bis 700 nm.

Klasse 3B:

Die zugängliche Laserstrahlung ist gefährlich für das Auge, häufig auch für die Haut.

Anmerkung:

Das direkte Blicken in den Strahl bei Lasern der Klasse 3B ist gefährlich. Ein Strahlbündel kann üblicherweise sicher über einen idealeren diffusen Reflektor betrachtet werden, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- *Der minimale Beobachtungsabstand zwischen diffusem Reflektor und Hornhaut des Auges beträgt 13 cm,*
- *die maximale Beobachtungsdauer beträgt 10 s,*
- *keine gerichteten Strahlanteile können ins Auge treffen.*

Bei vielen Diffusoren ist mit gerichteten Strahlanteilen zu rechnen. Eine Gefährdung der Haut durch die zugängliche Laserstrahlung besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 3B, wenn die Werte der maximal zulässigen Bestrahlung (MZB) der Haut nach Anhang 2 überschritten werden.

Klasse 4:

Die zugängliche Laserstrahlung ist sehr gefährlich für das Auge und gefährlich für die Haut. Auch diffus gestreute Strahlung kann gefährlich sein. Die Laserstrahlung kann Brand- und Explosionsgefahr verursachen.

Anmerkung:

Lasereinrichtungen der Klasse 4 sind Hochleistungslaser, deren Ausgangsleistungen bzw. -energien die Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS) für Klasse 3B übertreffen. Die Laserstrahlung von Lasereinrichtungen der Klasse 4 ist so intensiv, dass bei jeglicher Art von Exposition der Augen oder der Haut mit Schädigungen zu rechnen ist. Außerdem muss bei der Anwendung von Lasereinrichtungen der Klasse 4 immer geprüft werden, ob ausreichende Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren getroffen sind; siehe auch §§ 10 und 16.

II – 4.4 Elektrizitätslehre

Neben den Hinweisen aus Teil II – 1.8 (Elektrische Einrichtungen) werden hier weitere Empfehlungen gegeben.

Schaltungsaufbau und –abbau

Zu den Versuchen stets die geeigneten Geräte verwenden, bei Bauteilen (z.B. Widerständen, Schaltern, Experimentierkabeln) die maximale Belastbarkeit, bei Kondensatoren die Nennspannung, bei Messgeräten die Stromart und den Messbereich beachten. Die Versuchsanordnung möglichst übersichtlich aufbauen.

Nach Anlegen der Betriebsspannung Schaltung nicht mehr berühren. Falls ausnahmsweise in die unter Spannung stehende Schaltung hineingegriffen werden muss, hierfür nur eine Hand verwenden, die andere auf den Rücken legen. I. d. R. ist in solchen Fällen vor der Veränderung der Versuchsanordnung die Spannung abzuschalten.

Die Schüler darauf hinweisen, dass Bananenstecker nie in Netzsteckdosen gesteckt werden dürfen.
Nach jedem abgeschlossenen Experiment die Spannung sofort abschalten, Kabelverbindungen zuerst an der Spannungsquelle lösen.
Beim Abräumen von elektrischen Geräten auf eventuell noch bestehende Kabel- oder Netzanschlussverbindungen achten.

Elektromagnete
Beim Heben von Lasten mit einem Elektromagneten auf Gefahren durch Stromunterbrechung achten.

Kondensatoren
Vorsicht beim Aufladen von Kondensatoren über 60 V Nennspannung; auch Spannungsquellen mit Strombegrenzung auf wenige Milliampere können zu gefährlichen Aufladungen führen.
Kondensatoren vor dem Versuchsabbau entladen.
Bei Elektrolyt-Kondensatoren auf richtige Polung achten, keine zu hohe Spannung anlegen (Zerstörung der Isolierschicht, Explosionsgefahr).
Diese Kondensatoren mit aktivierter Entladevorrichtung aufbewahren.

Aufgehobene oder fehlende Schutzerdung
Besondere Vorsicht bei Experimenten, bei denen die Schutzerdung eines Gerätes aus messtechnischen Gründen aufgehoben wurde.
Geräte mit leitender Oberfläche ohne Schutzleiteranschluss (z.B. Oszilloskope mit Metallgehäuse) können in diesen Versuchsanordnungen mit berührbaren leitenden Teilen zu Gefährdungen führen.
Beim Messen von Sekundärspannungen an einem Trenntransformator darauf achten, dass die Sekundärspannung nicht wieder über den Masseanschluss des Messkabels geerdet wird.

Transformatoren
Durch Aufbautransformatoren erzeugte Hochspannung ist gefährlich, insbesondere dann, wenn die Primärspannung dem Netz entnommen wird.
Das Vorhandensein eines RCD (FI-Schutzschalter) in der ortsfesten Installation reicht nicht aus, da dieser bei Verwendung eines Transformators zwar im Primärkreis, nicht aber im hier benutzten Sekundärkreis wirksam ist.
Bei Experimenten mit Hochspannung Warnhinweis[34] aufstellen.
Schüler außerhalb des Gefahrenbereichs halten.
Dreiphasen-Spannung 400 V ("Drehstrom")
Dreiphasen-Spannung 400 V nur für den Betrieb von Drehstromgeräten bzw. Drehstromnetzgeräten verwenden.
Experimentiereinrichtungen mit berührbaren Teilen nicht unmittelbar an das Drehstromnetz anschließen, sondern nur mit berührungsungefährlichen Sekundärspannungen durchführen.

Akkumulatoren und Batterien
Beim Laden Akkumulatoren so unterbringen, dass die entstehenden Gase durch natürliche oder künstliche Belüftung so verdünnt werden, dass kein explosionsfähiges Gasgemisch entsteht.
Primärbatterien nicht laden (Explosionsgefahr).

34
W 08 “Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung”
nach UVV Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz
(GUV-V A8 bisher GUV 0.7)

In Serie geschaltete Akkumulatoren so laden bzw. verwenden, dass jede Zelle den gleichen Entlade- bzw. Ladezustand besitzt; Zellen gleichen Typs und gleichen Alters verwenden.
Beim Laden von Akkumulatoren Bedienungsanleitung des Herstellers beachten; passende Ladegeräte verwenden.
Überschreitung der zulässigen Ladestromstärke und Ladezeit vermeiden.
Unbrauchbare Batterien (soweit quecksilber- bzw. schwermetallhaltig) sowie Akkumulatoren sachgerecht entsorgen[35].

II – 4.5 Umgang mit radioaktiven Stoffen und dem Schulröntgengerät

II –4.5.1 Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen

Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen sind so zu gestalten, dass die Kontami nation und die Inkorporation dieser Stoffe vermieden wird. Bei flüssigen Präparaten (z.B. Cs-Ba-Isotopengenerator) sind dazu Schutzhandschuhe (Einmalhandschuhe) zu benutzen. Flüssige radioaktive Stoffe dürfen von Schülerinnen und Schülern dann benutzt werden, wenn die Aktivität der Stoffe unterhalb der Freigrenzen liegt und sie sich in verschließbaren, bruchsicheren Gefäßen (z.B. Kunststoffreagenzgläschen mit Schraubkappe) befinden. Das Einfüllen dieser Stoffe darf nur durch die Lehrkraft erfolgen. Flüssige und gasförmige radioaktive Stoffe (z.B. beim Gefäß mit Thoriumsalz) sind in der Messeinrichtung zu belassen, bis die Aktivität abgeklungen ist.
Bei festen Präparaten (Gesteinsproben) sind Schutzhandschuhe oder Pinzetten o. ä. zu benutzen. Besteht die Gefahr einer Loslösung von Partikeln (z.B. bei Mineralien wie Pechblende), kann eine Kontamination durch Folierung oder Aufbewahrung unter Glas vermieden werden. Nach Abschluss der Tätigkeit sind die Hände zu waschen. Gesteinssammlungen sollen nach Möglichkeit in verschlossenen Vitrinen oder Schränken aufbewahrt werden.

II – 4.5.2 Tätigkeiten mit umschlossenen radioaktiven Stoffen

Vor Aufnahme der Tätigkeit ist das Präparat durch eine Sichtprüfung auf Unversehrtheit zu überprüfen. Bei einer Beschädigung des Präparates oder der Umhüllung ist die Nutzung unverzüglich einzustellen und der Schaden unverzüglich an den Strahlenschutzverantwortlichen zu melden.

II – 4.5.3 Handhabungshinweise zu Tätigkeiten mit dem Schulröntgengerät

Vor jeder Inbetriebnahme ist das Röntgengerät auf die Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtungen zu überprüfen. Dazu gehört eine Sichtprüfung (Sind die Glasscheiben unbeschädigt? Sind keine äußeren Beschädigungen erkennbar?), eine Funktionsprüfung der Sicherheitsschalter und eine Prüfung, ob die Kühlung der Röntgenröhren (meist Ventilator) funktioniert.

II – 4.5.4 Störstrahler

In Schulen dürfen nur bauartzugelassene Störstrahler verwendet werden. Schülerinnen und Schüler dürfen bei Versuchen mit Störstrahlern nur unter unmittelbarer Aufsicht eines Strahlenschutzbeauftragten mitwirken. Ältere Elektronenstrahlröhren dürfen nur bis zu einer Spannung von 5 kV betrieben werden.

II – 4.5.5 Schulorganisatorische Änderungen

Wird der Standort der radioaktiven Stoffe oder des Schulröntgengerätes dauerhaft verlagert oder wird die Organisation der Schule z.B. durch eine Schulzusammenlegung verändert, so ist die nach Strahlenschutzrecht zuständige Behörde zur Abstimmung der notwendigen Maßnahmen rechtzeitig zu informieren.

---

[35] Auskunft über die sachgerechte Entsorgung erteilt der Sachkostenträger.

II – 4.5.6 Vertretungsregelung für den Strahlenschutzbeauftragten

Es wird empfohlen, dass zur Wahrung der Unterrichtskontinuität mindestens ein Vertreter für den Strahlenschutzbeauftragten bestellt wird (siehe Kapitel I – 8.3.2).

II – 5Hinweise und Ratschläge – Technik / Arbeitslehre

II – 5.1 Holzbearbeitung mit Maschinen

Umgang mit Holzbearbeitungsmaschinen
Helfer vor Beginn der Arbeiten unterweisen. Dabei das Aufenthaltsverbot in Gefahrenbereichen beachten. Lage und Bedienung der Not-Aus-Schalter erläutern

Kleidung
Bei der Durchführung von Arbeiten auf enganliegende Kleidung achten (insbesondere enganliegende Ärmel)
- lange Haare sichern, z.B. durch Haargummis oder Mütze
- Schmuck z.B. Ringe, Armbänder, Uhren, Halsketten und -tücher abnehmen
- keine losen Kittel und Schürzen tragen
- bei Arbeiten mit rotierenden Werkzeugen keine Handschuhe benutzen.

Persönliche Schutzausrüstung
- Persönliche Schutzausrüstung verwenden
- Im Maschinenraum Gehörschutz tragen, vergleiche Teil I – 12 Tätigkeiten mit
- Lärmeinwirkungen und Teil II – 5.3 Lärm[36] (z.B. Gehörschutzkapsel, -stöpsel)
- Bei Werkstoffen, die zur Splitterbildung neigen, Augenschutz tragen.

Schutz- oder Hilfsvorrichtungen
- Die für die Arbeitsgänge erforderlichen Schutz- oder Hilfsvorrichtungen in Maschinennähe aufbewahren (z.B. Schiebestock, Schiebeholz, Zuführlade).
- Werkstücke müssen bei der Bearbeitung sicher aufliegen und geführt werden oder fest eingespannt sein.
- Die Enden langer Werkstücke durch Auflageböcke, durch Verlängerungstische oder dgl. unterstützen.
- Bei kurzen oder schmalen Werkstücken, Zuführ- oder Einspannungsvorrichtungen, Schiebestöcke oder andere geeignete Hilfsvorrichtungen benutzen.
- Bei zum Rollen oder Kippen neigenden Werkstücken (z.B. Rundhölzer), geeignete Hilfsvorrichtungen (z.B. prismatische Unterlage oder Keilstütze) verwenden.

Störungen, Wartungs- oder Reinigungsarbeiten:
- Holzbearbeitungsmaschine ausschalten, Stillstand abwarten und gegen unbefugtes Einschalten sichern, z.B. Stecker ziehen.
- Splitter, Späne und ähnliche Werkstoffteile nicht aus der Nähe sich bewegender Werkzeuge (z.B. Kreissägeblatt, Hobelmesser) mit der Hand entfernen.
- Arbeitsstellung an Holzbearbeitungsmaschinen
- Arbeitsstellung an der Maschine so wählen, dass eine sichere Werkstückführung möglich ist, anstrengende wie verkrampfte Körperhaltung sowie Veränderungen des Standplatzes während der Bearbeitung weitgehend vermeiden.
- Der Körper sollte sich immer außerhalb des Gefahrenbereiches befinden.

Helfer einweisen:
- Standplatz auf der Abnahmeseite der Maschine einnehmen.
- Nicht in den Arbeitsgang eingreifen.
- Nur fertig bearbeitete Werkstücke zur Ablage übernehmen.
- Beobachtern Plätze außerhalb des Gefahrenbereiches und seitlich von der Maschine zuweisen, so dass sie weder den Werkstücktransport noch den Arbeitsgang behindern.

---

[36] Bei Kreissägemaschinen z.B. reicht der Schallpegel im Leerlauf von 88 bis 94 dB(A), unter Last von 90 bis 100 dB(A).

- Gefahrenbereich durch Bodenmarkierung kennzeichnen.

Tischkreissäge
- Hilfsvorrichtungen der Kreissäge benutzen, wie Schiebestock, -holz, Abweiskeil, Zuführlade.
- Hände außerhalb der Schneidebene flach auf das Werkstück auflegen, Finger geschlossen und Daumen anliegend.
- Einstellen des Spaltkeils:
- Spaltkeil (in Sägeblattebene waagerecht und senkrecht verstellbar, nicht dicker als die Schnittfugenbreite und nicht dünner als der Grundkörper des benutzten Sägeblattes):
- Abstand zum Sägeblatt so klein wie möglich einstellen;
- Höchstabstand waagerecht 8 mm (bei älteren Maschinen 10 mm)
- Höchsten Punkt des Spaltkeils 2 mm tiefer als die höchste Zahnspitze einstellen.
- Spaltkeilhalterung festziehen, Spaltkeil auf festen Sitz prüfen.
- Prüfen, ob sich das Sägeblatt von Hand frei durchdrehen lässt.

Bandsäge
- Sägeblatt auf die größtmögliche Schnitthöhe einstellen.
- Tischeinlagen mit der Tischoberfläche bündig abschließen lassen.
- Ausgeschlagene Tischeinlagen rechtzeitig erneuern.
- Sägeblattführung einstellen (ca. 2 mm hinter dem Zahngrund, Rückenrolle ca. 0,5 mm am Sägeblatt).
- Rückenrolle darf nur beim Schnittvorgang mitlaufen.
- Bei Sägeblattwechsel müssen die Sägezähne nach unten zeigen.

Handkreissäge
- Sägeblattverdeckungen auf Beweglichkeit prüfen (d. h. selbsttätiges Öffnen oder Arretierung durch Knopfdruck lösen, bevor das Kreissägeblatt das Werkstück erfasst).
- Spaltkeilabstand und -befestigung überprüfen.
- Kabel zur Vermeidung einer Stolpergefahr ggf. über die Schulter legen.
- Sägeblatt erst beim Ansetzen zum Schneiden freigeben.
- Handkreissäge mit beiden Händen führen.
- Maschine erst nach dem Schließen der beweglichen Schutzeinrichtung und nach Stillstand des Werkzeuges ablegen.

Stichsäge
- Werkstück bearbeitungsgerecht auflegen.
- Kleinere Werkstücke festspannen bzw. gegen Verschieben sichern, nicht mit der Hand festhalten.
- Maschine erst in Arbeitsstellung bringen, dann einschalten.
- Unterhalb des Werkstückes genügend Raum lassen für den freien Hub des Sägeblattes.
- Sägeblatt und zu bearbeitendes Material aufeinander abstimmen.
- Darauf achten, dass das Sägeblatt stets an der Führungsrolle anliegt und von ihr geführt wird.
- Sägeblatt nicht verkanten.

Handbohrmaschine
- Für Werkstoff geeigneten Bohrer auswählen.
- Maschine nur von Hand führen, wenn Werkzeuge mit weniger als 12 mm Schneidendurchmesser eingesetzt werden.
- Maschine mit beiden Händen halten, möglichst Bohrständer verwenden.
- Bei Bearbeitung von sprödem Material und bei Arbeiten über Kopf Schutzbrille benutzen.
- Zusatzhandgriff dem Arbeitsgang entsprechend einstellen, feststehende Bohrtiefenanschläge bevorzugen.
- Kleine Werkstücke verdrehsicher einspannen.
- Mit geringer Drehzahl anbohren, Arbeitsdrehzahl in Abhängigkeit von Werkstoff und Bohrerdurchmesser wählen.
- Winkeländerung beim Bohren (Gefährdung durch Bohrerbruch) vermeiden.

- Soweit es der Arbeitsgang ermöglicht, Tisch- oder Ständerbohrmaschine benutzen.

Abricht-, Dickenhobelmaschine
- Aufspannflächen der Messerwelle säubern.
- Den nicht benutzten Teil der Messerwelle stets verdecken (z.B. Klappenband, Schwenkschutz, Vollverdeckung, Fügeleiste).
- Schneidenüberstand auf Höchstüberstand von 1,1 mm einstellen.
- Nach Messerwechsel Probelauf durchführen.
- Druckschrauben nach Herstelleranweisung anziehen.
- Gängigkeit der Greiferrückschlagsicherung prüfen.
- Handhaltung: Beide Hände auf dem Werkstück aufliegend, Finger geschlossen, Daumen anliegend. Werkstückkanten nicht umfassen.

II – 5.2 Holzbearbeitung von Hand

Schleifen
- Schleifpapier oder Schleifleinen mit Schleifklotz benutzen.
- Minimierung der Schleifstaubbelastung:
- Schleifen auf den notwendigen Umfang begrenzen;
- Werkstücke nicht in Gesichtsnähe bearbeiten; nicht auf den Körper zu schleifen; Schleifstaub nicht beiseite blasen.
- Werkstücke genau zusägen bzw. -feilen, Schleifen nur zur Oberflächenbearbeitung.
- Handschliff nur für Kleinteile und gekrümmte Werkstücke.
- Weichhölzer bevorzugen.
- Das Gesundheitsrisiko beim Schleifen von Harthölzern (Buche, Eiche etc.) ist eindeutig höher; diese Hölzer möglichst nicht schleifen.

Feilen und Raspeln
- Feilen und Raspeln nie ohne Griff benutzen (Verletzungsgefahr an der spitzen Angel).
- Keine Werkzeuge mit beschädigtem Heft verwenden.
- Hefte vor Benutzung auf festen Sitz prüfen.
- Lose Hefte mit Holzhammer fest schlagen oder Heft leicht auf festen Untergrund stoßen.
- Werkstücke bei der Bearbeitung möglichst einspannen.
- Werkzeug mit beiden Händen führen.
- Das Gesundheitsrisiko beim Feilen von Harthölzern (Buche, Eiche etc.) ist eindeutig höher; diese Hölzer möglichst nicht feilen.

Hobeln
- Werkstück bei der Bearbeitung fest einspannen.
- Hobel mit beiden Händen führen (linke Hand: Hobelnase, rechte Hand: Handschoner).
- Scharfe Hobeleisen verwenden.

Stemmen
- Geschärfte Stemm- bzw. Stechwerkzeuge einsetzen; ungeschärfte Werkzeuge erfordern hohen Kraftaufwand und erhöhen das Verletzungsrisiko.
- Stech- und Stemmeisen beim Weiterreichen stets an der Klinge anfassen.
- Werkstücke bei der Bearbeitung fest einspannen.
- Hefte der Werkzeuge regelmäßig auf festen Sitz und Beschädigung kontrollieren.

Bohren
- Mittelpunkt der Bohrung vorstechen.
- Holzbohrer mit Zentrierspitze benutzen, um ein Verlaufen oder Abgleiten des Bohrers zu vermeiden.
- Kleine Werkstücke fest einspannen.
- Auf Unterlage (z.B. Holzreststück) bohren, um Gefährdungen durch plötzlichen Durchtritt des Bohrers zu verhindern.
- Bohrer nicht verkanten, Bruchgefahr.

Sägen

- Geschärfte Säge benutzen.
- Beim Einspannen der Sägeblätter auf richtige Blattspannung achten.
- Werkstücke nahe der Schnittstelle einspannen, um Vibration zu vermeiden.
- Beim Ansetzen der Säge auf sichere Führung (z.B. durch Holzklotz) achten, auf Zug, nicht auf Stoß arbeiten.
- Nach Anschnitt die Hand aus dem Sägebereich nehmen; Gefährdung durch Herausspringen der Säge aus der Schnittfuge.
- Rundhölzer in Schneidlade (z.B. Gehrungslade) sägen.

II – 5.3 Lärm

II – 5.3.1 Trennung der Lärmbereiche

Lärm verursachende Maschinen sollten möglichst in einem vom Unterrichtsraum abgetrennten (Maschinen-)raum aufgestellt und betrieben werden.
Die Abtrennungen sollten aus schalldämmenden Materialien bestehen.

II – 5.3.2 Kennzeichnung

Arbeitsbereiche in denen Lärm verursachende Maschinen, Geräte verwendet werden,müssen mit dem Gebotszeichen M 03 „Gehörschutz benutzen“[37] gekennzeichnet sein.

II – 5.3.3 Gehörschutz

Wurde im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung (vgl. I – 12.3) festgestellt, dass die entsprechenden Auslösewerte (vgl. I – 12.4.) überschritten werden können, ist geeigneter Gehörschutz[38] zur Verfügung zu stellen und zu tragen. Geeignet ist der Gehörschutz, wenn der Restschalldruckpegel am Ohr unter dem Gehörschutz zwischen 70 und 80 dB(A) liegt.

Im Fachhandel existieren verschiedene Arten von Gehörschützern. In der Schule haben sich Gehörschutzstöpsel zum einmaligen Gebrauch oder gegebenenfalls auch fertig geformte Stöpsel zum mehrmaligen Gebrauch bewährt.

Schülerinnen und Schüler sollten für Lärmproblematiken sensibilisiert werden und aus pädagogischen Gründen beim Aufenthalt an Lärm verursachenden Maschinen oder in Maschinenräumen grundsätzlich zum Tragen von Gehörschutz angehalten werden.

II – 5.4 Papierarbeiten

Papierschneidemaschine

- Mit Papierschneidemaschine arbeiten, die eine Schutzvorrichtung haben, sodass nicht unbeabsichtigt zwischen die Messer gegriffen werden kann. Obermesser darf nicht selbständig herunterfallen (z.B. durch Gegengewicht am Schwenkarm).
- Papierschneidemaschine mit einem Schloss versehen oder in einen gesonderten Raum stellen, damit sie vor unbefugtem Zugriff geschützt ist.

Schere

- Möglichst Scheren mit abgerundeten Schneideenden (Blätterenden) nutzen, um Stichverletzungen zu vermeiden.

---

[37] Gebotszeichen M03 „Gehörschutz benutzen“ nach UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“, GUV-V A8

[38] Zur Auswahl geeigneter Gehörschützer sind Gehörschützer-Auswahlprogramme verfügbar, die neben einer Liste der geeigneten Gehörschützer auch Kontaktdaten der Hersteller beinhalten und den Restschalldruckpegel unter dem Gehörschutz berechnen (z.B. www.dguv.de/ifa/de, Praxishilfen → Software → Gehörschutz-Auswahlprogramm)

- Für Materialien, die große Kraft zum Schneiden erfordern, Scheren mit kurzen Schneiden- und langen Grifflängen verwenden.

Messer
- Für Formschnitte oder Schneiden dicker Kartons und Pappen Messer verwenden. Das Messer besonders sorgfältig handhaben.
- Stumpfe Messer, die einen höheren Kraftaufwand zum Schneiden verlangen, nicht verwenden. Messer gut schärfen oder Universal-Teppichmesser (Cutter-Messer) einsetzen.
- Messer so aufbewahren und entsorgen, dass Schnittverletzungen vermieden werden.

II – 5.5 Metallarbeiten

Arbeiten mit dem Hammer
- Hammerkopf fest am Stiel befestigen z.B. mit einem Metallkeil. Besser sind glasfaserverstärkte Stiele, die mit dem Hammerkopf fest verbunden sind.[39]
- Hammerstiel verwenden aus besonders festem und unbeschädigtem Material z.B. Hölzer wie Esche oder Hickory, handgerecht und sich nach hinten konisch verdickend.

Blech schneiden
- Reißnadel und Spitzzirkel so weitergeben, dass der Annehmende nicht in die Spitze hineingreifen kann. Reißnadeln mit zwei Spitzen mit einem Korkenstück sichern.
- Griffe von Handblechscheren nicht mit Rohren verlängern. Hebelblechscheren benutzen.
- Bei der Hebelblechschere nach der Arbeit Handhebel senkrecht nach oben stellen und gegen Herabfallen sichern. Tafelblechschere schließen und gegen unbefugtes Benutzen sichern.
- An den scharfen Schnittkanten besteht Verletzungsgefahr; Arbeitshandschuhe verwenden.
- Bei Trennvorgängen am Werkstück entstehende Grate und scharfe Kanten beseitigen.

Bohrmaschine / Drehmaschine
- Bohrer in das Bohrfutter der Maschine sicher einspannen, auf zentrischen Sitz achten.
- Nach Wechsel des Bohrers bzw. Werkstücks Futterschlüssel sofort abziehen.
- Futterschlüssel nicht mit einer Kette o.ä. an der Maschine befestigen, damit es beim Spannvorgang und einem unbeabsichtigten Ingangsetzen der Maschine nicht zu Fingerverletzungen durch die sich aufwickelnde Kette kommt.
- Durchmesser des Bohrers bzw. Drehmeißels, Drehzahl und Werkstoff aufeinander abstimmen.
- Material vor dem Bohren ansenken.
- Beim Bohren lose Werkstücke sicher festspannen.
- Große Bohrungen mit einem kleinen Bohrer vorbohren.
- Bei sprödem Material, bei dem Späne brechen und herumspritzen können (z.B. harte Messinglegierungen) Schutzbrille tragen.
- Nur mit anliegender Kleidung arbeiten; Halstücher und Schals, Armreife und Ringe ablegen; bei langen Haaren Haarschutz tragen.
- Beim Bohren/Drehen keine Arbeitshandschuhe tragen, da diese vom Bohrer/Werkstück erfasst werden können.

Zusätzliche Anforderungen an Drehmaschinen
- Erforderliche Drehzahl der Arbeitsspindel bezüglich des Materials nicht überschreiten. Faustregel: Je größer der Durchmesser und je härter das Material, desto niedriger die Drehzahl.
- Schneide des Meißels in der Höhe der Rotationsachse des Werkstücks einspannen.
- Mit möglichst geringer Schnittgeschwindigkeit arbeiten. Andernfalls geeignete wassergemischte Kühl-Schmiermittel verwenden. Hierbei Aerosolbildung vermeiden.
- Umlaufende Werkstücke keinesfalls mit der Hand berühren.
- Zum Entfernen von Spänen bei laufender Maschine Spänehaken benutzen.

---

[39] Hämmer nach DIN 1041 erfüllen die Sicherheitsanforderungen.

Stationäre Schleifmaschine (Schleifbock)

- Schleifscheiben sind stoßempfindlich, deshalb vorsichtig transportieren.
- Klangprobe zur Feststellung der Rissfreiheit durchführen, Drehrichtung beachten; nach dem Aufspannen die Maschine bei abgesperrtem Gefahrenbereich mindestens fünf Minuten mit voller Betriebsgeschwindigkeit laufen lassen.

- Verstellbare Werkstückauflage so einstellen, dass ein Werkstück weniger als 3 mm an der Scheibe liegt.
- Beim Arbeiten Schutzbrille tragen, bei langen Haaren einen Haarschutz benutzen.
- Werkstück nur mit mäßigem Druck an die Scheibe halten.
- Werkstücke nach dem Schleifen mit Hilfe eines Abziehsteines vom feinen Grat befreien.

Oberflächenbeschichtung

- Beim Säubern des Werkstücks mit Lösemittel Gefahrenhinweise (R- und S-Sätze) beachten.

Siehe Ziffer III – 2.3.4 Übersicht über gebräuchliche Lösemittelgemische.

- In einem Werkraum mit guter Querlüftung oder im Freien arbeiten. Schutzhandschuhe aus Nitrilgummi verwenden.
- Verunreinigte Lösemittel sachgerecht sammeln und entsorgen.
- Mit Lacksystemen auf Wasserbasis arbeiten.

II – 5.6 Elektronische Schaltungen auf Platinen

Ätzen

- Beim Arbeiten mit dem Entwickler Schutzbrille und Schutzhandschuhe (z.B. PVC, PE) tragen. Auf die Verwendung von Salpetersäure ist zu verzichten.
- Für gute Belüftung sorgen.
- Verbrauchte Entwickler / Ätzbad sachgerecht entsorgen.
- Keine Epoxidharz-Platten zum Fräsen verwenden (besser Pertinax).

Weichlöten - Kolbenlöten

Kolbenlöten - bleifreies Weichlöten



Komponenten:
- Lötstation
- Lötkolben
- Lötspitze
- Röhrenlot mit Flussmittelfüllung
- Werkstück z. B. Leiterplatte, Schaltkreis, Elektrobauteil

Arbeitsverfahren:
Beim Kolbenlöten werden Metallteile durch ein Zusatzmetall verbunden, ohne das die Metallteile geschmolzen werden.

Veränderungen - bleifreies Weichlöten

Bleifreie Standardlotlegierungen:
- Zinn/Silber/Kupfer Sn95,5;Ag3,8; Cu0,7
- Zinn/Silber SnAg
- Zinn/Kupfer SnCu

Optimierung der Lötprozesse durch Antimon, Zink, Indium, Wismut sowie geringe Mengen Cobalt, Germanium oder Nickel.

Parameter	bleihaltige Lote	bleifreie Lote
Schmelzpunkt typischer Lote °C	ca. 179 bis 189	ca. 217 bis 227
Temperatur an der Lötstelle °C	ca. 215	ca. 250
Lötzeit in sec.	2 bis 3	> 3
Lötspitzentemperatur °C	ca. 350 bis 400	ca. 390 bis 400

- Zu Belüftung und Verwendungsverboten siehe Ziffer I -4.5 Lötarbeiten.
- Auf die Verwendung von Lötwasser (Salzsäure) verzichten.
- Berührungen der heißen Lötkolbenspitze mit dem Zuleitungskabel vermeiden. Möglichst Lötkolben mit Silikonkabel einsetzen oder Lötstationen mit 12 Volt Ausgangsspannung verwenden.
- Nach der Arbeit Hände waschen.
- Nachbearbeitung Platinen:
- Überstehende Drahtstücke nach dem Einlöten der Bauteile mit Abisolierzange so abschneiden, dass die Drahtstücke nicht als Geschoss durch die Luft fliegen.

II – 5.7 Kunststoffe

Hinweise in Teil II-2.6

II – 6 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Hauswirtschaft

II – 6.1 Lebensmittelverarbeitung

Zweckmäßige Bekleidung
- Latzschürze aus Baumwolle, nach Möglichkeit auch Kopfbedeckung (Tuch, Schiffchen) tragen.
- Oberbekleidung aus leicht entflammbarem Material (z.B. synthetisches Gewebe) ist für Gas-Kochstellen nicht geeignet.

Verhaltensregeln
- Mäntel, Jacken und Schultaschen nicht auf Arbeitsplätze legen.
- Handschmuck und Armbanduhren abnehmen.
- Hände und Fingernägel mit Bürste und Seife zu Beginn der Küchenarbeit gründlich reinigen, Händewaschen zwischen den Arbeitsgängen, vor und nach den Pausen, nach Aufräumarbeiten.
- Seifenspender und Einmalhandtücher benutzen.
- Lange Haare und lose Schals zurückbinden.
- Nicht auf Lebensmittel und Arbeitsplätze husten und niesen; saubere Probierlöffel bzw. Probierteller benutzen.
- Handverletzungen, auch kleinere, mit wasserdichtem Material abdecken (Heftpflaster, Fingerlinge).
- Arbeitsgänge nacheinander erledigen, zwischen den Arbeitsgängen Arbeitsplatz und Hände reinigen.

Abklatschversuche

- Keine Abklatschversuche auf Nährböden vorführen, um die Notwendigkeit von Maßnahmen der Personenhygiene zu demonstrieren.
- Keine Schimmelpilze zur Demonstration züchten, z.B. auf Brot.
- Siehe Ziffer I – 6.3.3 Tätigkeit mit biologische Arbeitsstoffen.
- Salmonellen
- Geflügelfleisch, Eier, Fleisch, Fische, Krusten-, Schalen- und Weichtiere, Rohmilch sowie Erzeugnisse aus diesen Produkten, die ungenügend gekühlt oder heißgehalten bzw. erhitzt werden, können Salmonellen enthalten und damit Infektionsquellen darstellen.
- Die Infektionsgefahr durch Salmonellen besteht insbesondere bei Auftauflüssigkeiten von gefrorenem Geflügel und Fleisch: Überträger sind Hände, Arbeitsflächen und Schneidbretter.
- Benutzte Geräte (z.B. Schneidbretter) erst mit kaltem, dann heißem Wasser und Spülmittel reinigen und trocknen lassen.
- Nach Arbeitsgängen mit Eiern und Geflügel Hände waschen.
- Verarbeiten tierischer Lebensmittel
- Kühlkette nicht länger als zwei Stunden unterbrechen.
- Hackfleisch noch am Tage des Einkaufs verarbeiten und verzehren
- Speisen, die mit Rohei zubereitet und nicht genügend gegart werden, aus dem Unterrichtsprogramm streichen. Dazu gehören: Omeletts, mit Eigelb legierte Saucen, Speisen mit Eischnee, Cremes mit rohen Eiern, Tiramisu, selbstgemachte Mayonnaise und weich (unter 6 Minuten) gekochte Eier. Dies gilt nicht für berufsbezogene Lerninhalte.
- Auf die Verwendung von Tiefkühlgeflügel und Rohmilch („Ab-Hof-Milch“) im Unterricht verzichten.
- Kuchenteig nach Roheizugabe nicht mehr kosten.
- Frische Lebensmittel tierischer Herkunft immer im Kühlschrank aufbewahren (5 bis 8°C), getrennt von anderen, besonders von vorgegarten Lebensmitteln.
- Fleisch, Geflügel, Frikadellen gut durchgaren; 70 °C Kerntemperatur (durch Bratenthermometer prüfen) müssen im Inneren erreicht werden. Es darf kein roter Fleischsaft mehr austreten.
- Reste von gegartem Fisch, von Instantprodukten mit Eigehalt (Backmischung, Tortenfüllung) und von Panade nicht aufheben.
- Kartoffelsalat mit Mayonnaise oder mit rohen Zwiebeln am gleichen Tag verzehren.
- Salate und Gemüse getrennt von Eiern, Fleisch und Fisch zubereiten.
- Potenziell keimhaltige rohe Lebensmittel nicht mit Lebensmitteln in Berührung bringen, die bereits gegart sind.

Schneiden mit Kochmessern

- Messer mit einem Griff benutzen, von dem man nicht auf die Klinge abrutschen kann.
- Nur scharfe Messer verwenden.
- Nicht ohne Unterlage schneiden; Messer fortlaufend im Kontakt zum Schneidbrett halten. Ansonsten vom Körper weg schneiden.
- Messer nicht mit fettigen oder nassen Händen benutzen.
- Messer nicht im Schnittgut liegen lassen.
- Fallenden Messern nicht nachgreifen.

Schneidbrett

- Schneidbretter aus spülmaschinenfestem Kunststoff benutzen.
- Arbeiten an Kochstellen
- Beim Arbeiten an Gaskochstellen für ausreichende Lüftung sorgen.
- Kochtöpfe und Pfannen mit Topfhandschuhen anfassen; aus Sicherheitsgründen keine Topflappen benutzen.
- Beim Öffnen des Topfdeckels, beim Abgießen und Umfüllen heißer Speisen und beim Braten in der Pfanne Deckel zum Benutzer hinziehen.
- Wird der Deckel nur aufgeklappt (Umrühren, Kontrolle), darauf achten, dass das heiße Kondenswasser in den Topf zurückfließt.
- Beim Umfüllen heißer Flüssigkeiten vom Körper weggießen.
- Pfannenstiele nicht über den Herd hinausragen lassen.
- Beim Braten von der Pfanne Abstand halten, besser Siebabdeckung verwenden.

- Kein Wasser ins heiße Bratfett geben, Bratgut nicht nass einfüllen.
- Fettbrand in der Pfanne mit Deckel ersticken; nie mit Wasser löschen.

Dampfgaren

Nur sicherheitsgeprüfte Dampfdrucktöpfe (z.B. GS-Zeichen) verwenden mit

- zwei voneinander unabhängigen Sicherheitseinrichtungen (Ventile)
- Bajonettverschluss an Topf und Deckel
- Doppelgriff parallel an Deckel und Topf mit integrierter Schließsicherung.

Dampfdrucktöpfe nur bis zur vorgeschriebenen Marke befüllen, bei quellenden Gerichten nie mehr als zu zwei Dritteln, bei Knollenfrüchten höchstens zu drei Vierteln des Topfes. Dampfdrucktopf nicht gewaltsam öffnen (explosionsartiger Austritt des heißen Kochgutes); erst abkühlen lassen. Schnellabkühlung (Druckabbau) ist unter fließend kaltem Wasser möglich.

Frittiergeräte

Nur Frittiergeräte nach DIN[40] benutzen mit

- Regelthermostat bis max. 200 °C (Temperaturbegrenzer)
- Spritzschutzdeckel (auch zum Ersticken eines Fettbrandes)
- Fett- und Geruchsfilter
- geeignet gestalteten Griffen an den Frittierkörben
- Haltevorrichtungen, die die Frittierkörbe in ausgehobener Stellung sicher halten (Siebhebemechanik)
- Sieb zur Fettreinigung.

Arbeiten mit Fettbädern

- Frittiergerät während des Betriebes nie unbeaufsichtigt lassen.
- Arbeitskleidung (Latzschürze, geschlossene Schuhe, Kochhandschuhe) benutzen.
- Elektrische Zuleitungen so führen, dass niemand hängen bleiben bzw. stolpern kann.
- Frittiergerät in ausreichendem Abstand zur Wasserzapfstelle standsicher aufstellen.
- Fritteuse mit heißem Fett nicht transportieren.
- Als Frittierfett wasser- und eiweißfreie Fettarten (Kokosfett, Schweineschmalz) einsetzen. Fettarten nicht mischen, da sie verschiedene Rauchtemperaturen haben (zwischen 150 °C und 240 °C).
- Frittiergut gut abgetrocknet bzw. frei von Mehl in einem Einsatz oder Schaumlöffel ins heiße (180 bis 200 °C) Fettbad geben.
- Nach einmaligem Gebrauch Fett in erwärmtem Zustand filtern, nach zwei- bis dreimaligem Gebrauch erneuern.

Garen in der Mikrowelle

- Die Geräte sind entsprechend den Sicherheitsanforderungen (doppelte Türsicherung, minimaler Leckstrahlenaustritt) gekennzeichnet[41].
- Angegebene Garzeiten nicht unterschreiten, damit evtl. vorhandene Mikroorganismen, bei Geflügel insbesondere Salmonellen, abgetötet werden.
- Beachten, dass das Geschirr sich bei kochend heißem Inhalt kühl anfühlen kann.
- Wegen der Gefahr des Siedeverzugs keine Flüssigkeiten bis zum Sieden erhitzen.
- Ältere Geräte mit Gefahr von Leckstrahlung[42] (verbeulte Türen, defekte Türdichtungen) nicht mehr verwenden.

II – 6.2 Textilverarbeitung

Verhaltensregeln

- Verkehrswege frei halten z.B. von Schultaschen.
- Scheren und anderes Werkzeug so ablegen, dass sie nicht herunterfallen können.
- Stoff- und Garnreste nicht auf dem Boden liegen lassen.
- Schranktüren und Schübe nicht offen stehen lassen.

---

40 DIN 18856, DIN 3362/63, VDE 0720

41 Siehe Ziffer III - 2.3 Sicherheitskennzeichen.

42 Die Einwirkung energiereicher Mikrowellen gefährdet insbesondere weniger gut durchblutete Organe mit schlechter Wärmeabführung, z.B. die Augenlinsen.

- Lose Kittel, Schals, Bänder, Schleifen u. ä. ablegen.
- Lange Haare zurückbinden.

Nähmaschine
- Darauf achten, dass der Fadengeber, der Antriebsriemen und das Handrad oberhalb der Tischplatte und zwischen Motor und Handrad vollständig verkleidet sind.
- Bei Handrädern, die als Speichenrad konstruiert sind, Durchgreifen vermeiden. Beim Neukauf speichenfreie Handräder wählen.
- Darauf achten, dass sich das Maschinenoberteil vollständig umlegen lässt und dass es nicht von selbst zurückfallen kann (Arretierung).

Umgang mit der Nähmaschine
- Beim Nähen Stoff so halten, dass die Finger dem Gefahrenbereich zwischen Nadel und Nähfuß nicht zu nahe kommen.
- Zum Steppen von Jeansstoff / Segeltuch Jeansnadeln, d.h. nicht splitternde Nadeln einsetzen.
- Beim Wechseln von Nadel, Faden und Spule Maschine abschalten.
- Zum Anheben / Absenken des Maschinenkopfes bis zur Arretierung beide Hände benutzen.
- Nach Beendigung der Arbeit Maschine ausschalten bzw. Netzstecker ziehen.

Scheren
- Möglichst Scheren mit abgerundeten Schneideenden (Blätterenden) benutzen, um Stichverletzungen zu vermeiden.
- Für Materialien, die große Kraft zum Schneiden erfordern, Scheren mit kurzen Schneiden und langen Grifflängen verwenden.
- Beim Zuschneiden Schere auf den Tisch auflegen.
- Vom Körper weg schneiden.

Dampfbügeleisen
- Tank nur unter Aufsicht nachfüllen (Verbrühungsgefahr).
- Nicht zu schwere Eisen wählen (ca. 1 kg).
- Bügeleisen mit Temperaturbegrenzer wählen.
- Nicht brennbare, stabile Abstellmöglichkeit benutzen.

Bei Verbrennung und Verbrühung
siehe Ziffer III – 2.2.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht.

II – 7 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Bildende Kunst

II – 7.1 Stäube und Pigmente

Vom Namen des Pigmentes kann man nicht unbedingt auf die Zusammensetzung schließen. Ist die Zusammensetzung nicht bekannt, ist dieses Pigment zu entsorgen, da es z.B. krebserzeugend sein könnte. Über das Sicherheitsdatenblatt ist die Gefährdung zu ermitteln. Einige natürliche anorganische Pigmente wie z.B. Ocker, Grünerde, Terra di Siena und Graphit sind keine Gefahrstoffe im Sinne der Gefahrstoffverordnung.
Staubbildung bei der Durchführung von Arbeiten vermeiden. Pigmente in pastöser Form anwenden.

II – 7.2 Stifte und Kreiden

Filz-, Faserschreiber und Textmarker
- Lösemittelfreie Schreiber bevorzugen. Ausnahme bei deckendem Farbauftrag (z.B.
- bei Silber- oder Goldschreibern). Diese Schreiber enthalten die gleichen Lösemittel
- wie Lackfarben.
- <u>Nur xylol- und toluolfreie Filzschreiber im Unterricht einsetzen.</u>

Bleistifte, Buntstifte, farbige Kreiden und Wachsstifte

- Veranlassen, dass lackierte Holzfassungen von Blei- oder Buntstiften nicht in den Mund genommen werden (Farben können schwermetallhaltige Verbindungen enthalten).
- Pastellkreide-Zeichnungen werden häufig mit Fixativen behandelt.
- Beim Versprühen von Fixativ können explosionsfähige Lösemitteldampf-Luft-Gemische entstehen; Zündquellen (z.B. offene Flamme, Schaltfunken, heiße Oberfläche) vermeiden.
- Beim Versprühen von Fixativen auf ausreichende Lüftung des Arbeitsraumes achten.
- Größere Bilder im Freien bearbeiten.
- Zum Konservieren von großflächigen Kreidemalereien (z.B. Pflastermalerei) möglichst Putzfestiger (Grundanstrichstoffe, Tiefengründe) auf Wasserbasis einsetzen, Farbnebel vermeiden.
- Lösemittelhaltige Tiefengründe sollen aromatenfrei sein.

II – 7.3 Farben und Lacke

Dekorationsmalfarben / Acrylfarben
Malfarben, z.B. Acrylfarben auf wässriger Basis, lösemittelhaltigen Farben vorziehen. Solche Farben bei Spritz- und Airbrush-Techniken einsetzen.

Ölfarben
Gegenstände, die mit Ölfarben behandelt sind, nicht schleifen oder verbrennen, da Spuren von Schwermetallpigmenten wie Cadmium, Cobalt und Chrom enthalten sein können.
Mit Leinöl getränkte Lappen können sich von selbst entzünden und müssen deshalb in speziellen Metallbehältern oder unter Wasser aufbewahrt werden.
Durch Ölfarben verschmutzte Hände mit Papier vorreinigen. Nicht mit Terpentinersatz oder anderen Lösemitteln reinigen. Hautverträgliche Handreinigungsmittel einsetzen.

Tuschen / Tinten
Tuschen und Tinten sind wässrige Lösungen oder Emulsionen von Pigmenten oder Farbstoffen. Sie können Konservierungsstoffe, z.B. Formaldehyd enthalten.

Lacke
Bei der farbigen Gestaltung von Gebrauchsgegenständen und Objektkunst möglichst wasserbasierte Lacke verwenden, die nur geringe Lösemittelanteile enthalten.

Stoffmalfarben / Stoffdruckfarben
Stoffmalfarben und Stoffdruckfarben für Sieb- und Hochdruck sind in der Regel bügelfixierbare Farben auf Wasserbasis, z.B. wässrige Kunstharzdispersion mit anorganischen oder organischen Pigmenten. Sie können als Konservierungsmittel Isothiazolinon < 0,01 % enthalten.
Beim Bügeln zur Fixierung des Farbstoffes auf ausreichende Lüftung achten.

Seidenmalfarben
Seidenmalfarben sind wässrige Zubereitungen von Kunstharzen und Diolen. Sie können als Konservierungsmittel Isothiazolinon < 0,01 % enthalten.
Beim Fixieren der Seidenmalfarben durch Bügeln auf ausreichende Lüftung achten.

II – 7.4 Klebstoffe

Kleber auf Wasserbasis verwenden wie Methylcellulose (Tapetenkleister).
Augen- und Hautkontakt bei Klebern wie Cyanacrylatklebstoffen (Sekundenkleber) vermeiden.
Hinweise zu Klebern siehe Ziffer III - 4.3 Tabelle Klebstoffe.

II – 7.5 Schmelzbare Stoffe

Gießen mit Wachs

- Wachs nicht auf offener Flamme, sondern im Wasserbad erhitzen, da Wachsschmelzen leicht entzündlich sind.
- Bei Tätigkeiten mit Wachsschmelzen Brandverletzung durch Hautkontakt vermeiden. Wachs nur in Gefäßen schmelzen, die sicher mit der Hand gehalten werden können.
- Passenden Deckel bereithalten, um Brände sofort ersticken zu können. Auf keinen Fall mit Wasser löschen. Das Wasser verdampft schlagartig, das heiße oder brennende Wachs spritzt umher.
- Wachsschmelzen nur in trockene Formen gießen. Beim Ausschmelzen von Wachs aus Gussformen zu hohe Temperaturen vermeiden, da es zu Stichflammen und zu Verpuffung kommen kann.
- Bei Verbrennungen Brandwunde sofort unter fließendem kalten Wasser lange kühlen. Siehe Ziffer III - 2.2.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht.

Gießen mit Metallen

- Zierzinn, Lötzinn, Woodsches Metall (Legierung aus Blei, Wismut, Cadmium und Zinn) aufgrund des Blei- bzw. Cadmiumgehaltes nicht verwenden.
- Blei ist fortpflanzunggefährdend R_F 3 und entwicklungsschädigend (fruchtschädigend) R_E 1, Cadmium krebserzeugend K 2.
- Für Zinnlegierungen Stahltiegel, für Messing und Bronze keramische Tiegel verwenden.
- Für den Transport betriebssichere, feuerfeste Greif- und Haltevorrichtung für die mit dem Schmelzgut gefüllten Tiegel benutzen, die auch ein sicheres Ausgießen erlaubt.
- Metallguss nicht in Formen aus feuchten, wasserhaltigen Formstoffen einfüllen.
- für den Zinnguss: Gipsformen (im Backofen getrocknet), Silikonformen oder Formen aus Kork verwenden.
- für den Messing- oder Bronzeguss: Schmelze in Formsand gießen.
- Beim Gießen Arbeitshandschuhe, Schutzbrille und geschlossenes Schuhwerk tragen, keine Oberbekleidung aus Kunstfasern tragen (Kunstfasern verschmelzen durch Metallspritzer mit der Haut)
- Bei Tätigkeiten mit Blei, Bleilegierungen oder deren Schmelzen verhindern, dass Blei in den menschlichen Organismus durch Inhalation oder Resorption aufgenommen wird.
- Tätigkeitsbeschränkung für Schülerinnen und Schüler und weibliche Lehrkräfte siehe Teil I – 3.6 und Teil I – 3.7 Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz.
- Für Schuldruckereien, die noch den Bleisatz praktizieren, gelten ebenfalls die Tätigkeitsbeschränkungen für Blei.
- Bei Linotype-Maschinen, Gießen von Stereos, Matern u. Ä. entstehende Bleidämpfe absaugen.
- Rauchende Bleischmelze vermeiden.

Bei Brandverletzungen siehe Ziffer III – 2.2.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht.

II – 7.6 Keramik und Bildhauerei

Glasuren

- Glasuren können gesundheitsgefährdende Substanzen (z.B. Blei-, Barium-, Cadmium-, Selenverbindungen) enthalten. Solche Substanzen sind für Ess- und Trinkgeschirre ungeeignet.
- Ältere Ausgangsmaterialen für Glasuren unbekannter Zusammensetzung sind zu entsorgen, da sie z.B. krebserzeugend sein können.
- Beim Einkauf entsprechende Hinweise (Sicherheitsdatenblätter, Betriebsanweisungen) beachten, vorzugsweise Ersatzstoffe beschaffen.

Glattbrand

- Beim Glattbrand Werkstücke im Brennofen so aufstellen, dass beim Ausräumen keine Verletzungsgefahr besteht.
- Bei Nacharbeiten schnittfeste Handschuhe tragen.

Bildhauerei

- Bei der Holz- oder Steinbildhauerei entstehen durch Abschlagen, Sägen, Bohren, Fräsen oder Schleifen Splitter und Stäube.
- Schutzbrille und Schutzhandschuhe benutzen.
- Stäube durch Lüftung vermindern, insbesondere die Entwicklung von Quarz-Stäuben (Entstehung von Silikose).
- Bildhauerische Gestaltung von Gasbeton wegen der starken Staubentwicklung im Freien ausführen.
- Arbeiten mit asbesthaltigem Material (z.B. Speckstein, der Asbest enthalten kann) ist unzulässig.

Holzbearbeitung
Siehe Ziffer I – 4.2 Holzbearbeitung.

II – 7.7 Einzelne Verfahren und Anwendungsarten

Druckplatten

- Ätztechniken zur Herstellung und Bearbeitung von Druckplatten mittels Säuren und Laugen mit der notwendigen Sorgfalt (Schutzbrille, Schutzhandschuhe) anwenden. Säuren und Laugen sachgemäß entsorgen.

Ölmalerei

- Statt „klassischer Ölfarben“ mit Acrylfarben oder wasserverdünnbaren Farben arbeiten.
- Wegen der Gefahr der Selbstentzündung Leinöl-Lappen in geschlossenem Metallbehälter oder unter Wasser aufbewahren.

Sprühverfahren

- Beim Farbsprühen in Innenräumen auf ausreichende Lüftung (Querlüftung) achten.
- Beim Einsatz eines Kompressors bei Airbrush-Verfahren den Druckbehälter und Sicherheitsventile regelmäßig prüfen. Nur zugelassene Druckbehälter verwenden.
- Beim Auftragen von Glasuren mit einer Spritzpistole in einem Raum mit ausreichender Lüftung, z.B. wirksame Querlüftung durch Fenster und Türen, arbeiten[43].
- Aleatorische Verfahren und Druckgrafik
- Gefahrenhinweise und Sicherheitsratschläge der Lösemittel[44] bei aleatorischen Verfahren, beim Marmorieren und bei der Decalcomanie beachten (z.B. bei leichtentzündlichen Lösemitteln Zündquellen entfernen).
- Wasserlösliche Siebdruckfarben oder mit Wasser verdünnte Fingerfarben für Siebdrucke verwenden. Siebdruckverfahren mit lösemittelhaltigen Farben sind für den Unterricht ungeeignet.

Modellieren und Bozzetti

- Bei Zubereitungen von Modelliermassen aus verderblichen Naturstoffen auf keimtötende Zusätze achten.
- Keine Vexierspeisen (Bozzetti) aus ungenießbaren oder gesundheitsschädlichen Substanzen modellieren.

Arbeiten mit Ton

- Bei Beschaffung von Ton, Farbpigmenten und Schamotte auf Gefahrenhinweise der Hersteller achten. Produkte mit dem geringsten Gefährdungspotenzial beschaffen.
- Glasuren können Gefahrstoffe wie z.B. Barium-, Cadmium- und Selenverbindungen enthalten. Markenglasuren haben Hinweise auf Schwermetallverbindungen, wenn diese enthalten sind.
- Beim Einrühren von pulverförmigen gesundheitsgefährdenden Glasuren in Wasser Staubbildung vermeiden bzw. Glasuren in pastöser Konsistenz bevorzugen.
- Beim Auftragen von Glasuren mit einer Spritzpistole in einem Raum mit ausreichender Lüftung, z.B. Querlüftung arbeiten.

---

[43] Spritzstände sind für allgemeinbildende Schulen unverhältnismäßig aufwendig.
[44] Siehe Ziffer III - 4.6 Übersicht über gebräuchliche Lösemittelgemische.

- Essgeschirre und Trinkgefäße dürfen nicht mit Glasuren versehen werden, in denen Schwermetalle enthalten sind.
- Schutzhandschuhe und Schutzbrille benutzen.
- Bei mechanischer Nacharbeit schnittfeste Handschuhe tragen, da Glasurenüberstände und gebrannter Ton scharfkantig brechen können.

Härtbare Knetmassen

- Bei Einhaltung der vorgeschriebenen Temperatur von max. 130 °C und 30 Minuten Härtezeit entstehen keine gefährlichen Zersetzungsprodukte, daher Überhitzen vermeiden. Lüften.
- Beim Trocknen größerer Mengen Knetarbeiten (z.B. einer Schulklasse) gut lüften, damit der austretende Weichmacher aus der Atemluft entfernt wird.

Abformmassen

- Für den Formenbau statt der wässrigen, leicht verderblichen Gelatinemasse elastische Abformmasse auf Kautschukbasis verwenden.
- Bei der Verwendung von Zweikomponenten-Polyurethan als Abformmasse auf sichere Handhabung achten. Siehe Ziffer I – 2.3.3 Schulrelevante Kunststoffe.
- Bei Verwendung von Schmelzmassen Brandverletzungsgefahr beachten.

Zubereitungen für die Fotografie

- Bei fotografischen Prozessen werden Zubereitungen mit Chemikalien wie Säuren, Laugen, anorganischen Salzlösungen, organischen Lösungen eingesetzt. Diese sind vom Hersteller entsprechend den gesetzlichen Anforderungen gekennzeichnet. Kennzeichnung auf den Gebinden und ggf. Sicherheitsdatenblätter beachten.
- Zur Aufbewahrung und Kennzeichnung selbst hergestellter Lösungen siehe Ziffer I – 3.12 Kennzeichnung, Aufbewahrung und Lagerung.

UV-Licht

- UV-Licht wird z.B. bei verschiedenen Klebeverfahren und in der Siebdrucktechnik, bei der Härtung von Acrylglasklebern, für den Einsatz sogenannter Brightlightfilme, bei der Fotografie und bei der Druckformherstellung für nahezu alle Druckverfahren eingesetzt.
- Beim Arbeiten in nicht geschlossenen Apparaturen UV-Schutzbrille tragen.
- Bei der Benutzung von UV-Leuchten sich möglichst wenig der Strahlung aussetzen, insbesondere bei älteren Höhensonnen. Siehe auch I -10 und II -4.3.
- Für ausreichende Lüftung sorgen.

Werkzeuge, Geräte, Maschinen

- Holzbearbeitung, Linolschnitte u.ä. siehe Ziffer II – 4.2 Holzbearbeitung.
- Kunststoffbearbeitung siehe Ziffer II - 2.6 Kunststoffe.
- Brennöfen siehe Ziffer I – 10.3. Keramikarbeiten und I – 10 sowie II – 4.3 künstliche optische Strahlung
- Umgang mit Brennern siehe Ziffer I – 5.2 Anforderungen an Gasverbrauchsanlagen.

Entsorgung

- Auch in Kunstunterrichtsräumen, Ateliers, Werkstätten, Photolabors etc., sind Abfälle und Rückstände von Gefahrstoffen zu beseitigen.

Hierzu gehören z.B. Farb- und Lösemittelreste sowie Stäube. Siehe Ziffer I – 3.12 Entsorgung.

II – 8 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Musik

II – 8.1 Schulorchester

Musiker werden ihre Tätigkeit nicht als Lärm bezeichnen, da aus Ihrer Sicht angenehme Klänge erzeugt werden, die dem Vergnügen und der Unterhaltung dienen sollen. Bei einem Streicherquartett ist auch nicht von einer gehörgefährdenden Lärmeinwirkung auszugehen. In Schulorchestern oder in Schul-Big-Bands, in denen viele Blechblas- und

Schlaginstrumente sowie elektronisch verstärkte Instrumente zum Einsatz kommen, können sich jedoch Lärmexpositionspegel über 85 dB(A) ergeben, womit der obere Auslösewert ($L_{EX,\ 8h}$ = 85 dB(A), vgl. I – 12.4) nach der LärmVibrationsArbSchV überschritten wird.
Die LärmVibrationsArbSchV gilt nach § 17, Abs. 1 auch für den Musikbereich.
Zur Vermeidung lärmbedingter Gehörschäden sind Maßnahmen zur Verringerung der Lärmexposition zu empfehlen:

II – 8.2 Probenräume

Probenräume sollten ausreichend dimensioniert sein. Es sollten bauliche Maßnahmen zur Reduzierung von Reflexionsschall umgesetzt werden, z.B. Installation schallabsorbierender Wand- und Deckenverkleidungen (Beratung durch einen erfahrenen Bauakustiker erforderlich!).
Die Abstände zwischen den musizierenden Schülerinnen und Schülern sollten so groß wie möglich sein; falls möglich, aufsteigendes Gestühl vorsehen.

II – 8.3 Schallschutzschirme

Eine wirkungsvolle Maßnahme zur Schallreduzierung auf dem Ausbreitungsweg ist das Aufstellen von Schallschutzschirmen im Orchester, mit denen z.B. die Streicher von den lauten Blechbläsern abgeschirmt werden. Eine deutliche Lärmreduzierung wird vorwiegend mit den von der Physikalisch-technischen Bundesanstalt (PTB) entwickelten Schallschutzschirmen [45] erreicht; die auf dem Markt erhältlichen Kopfschallschutzschirme haben sich weniger bewährt.

II – 8.4 Gehörschutz

Wurde im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung (vgl. I – 12.3) festgestellt, dass die entsprechenden Auslösewerte (vgl. I – 12.4.) überschritten werden können, ist geeigneter Gehörschutz[46] zur Verfügung zu stellen und zu tragen. Geeignet ist der Gehörschutz, wenn der Restschalldruckpegel unter dem Gehörschutz zwischen 70 und 80 dB(A) liegt. Er sollte einen möglichst flachen Frequenzgang aufweisen, d.h., der über den gesamten Frequenzbereich möglichst gleichmäßig dämmt, um Klangverzerrungen zu vermeiden. Für Schulorchester und Schul-Big Bands sind fertig geformte Gehörschutzstöpsel zum mehrmaligen Gebrauch besonders empfehlenswert.

Die Gehörschutzstöpsel sollten einen M-Dämmwert[47] von mindestens 15 dB aufweisen.

II – 8.5 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Vermeidung mehrerer lauter Proben am selben Tag.
Einplanung von Regenerationsphasen für das Gehör (z.B. nicht an drei aufeinander folgenden Tagen Proben, sondern nur jeden zweiten Tag).
Unterweisung der Schülerinnen und Schüler in der korrekten Handhabung des Gehörschutzes.

---

[45] Nähere Informationen zu PTB-Schallschutzschirmen für Orchester sowie eine Bauanleitung für Schallschutzschirme siehe Internetseite der Unfallkasse NRW, www.unfallkasse-nrw.de, (web-code N283)

[46] Zur Auswahl geeigneter Gehörschützer sind Gehörschützer-Auswahlprogramme verfügbar, die neben einer Liste der geeigneten Gehörschützer auch Kontaktdaten der Hersteller beinhalten und den Restschalldruckpegel unter dem Gehörschutz berechnen (z.B. www.dguv.de/ifa/de, Praxishilfen → Software → Gehörschutz-Auswahlprogramm)

[47] Gehörschützer dämmen bei verschiedenen Frequenzen unterschiedlich stark. Sie werden u.a. durch drei frequenzabhängige Dämmwerte charakterisiert: H-Wert für die Dämmwirkung bei hohen Frequenzen, M-Wert für mittlere Frequenzen, L-Wert für tiefe Frequenzen. Je weniger sich H-, M- und L-Wert unterscheiden, um so weniger werden Klangverzerrungen auftreten.

TEIL III – ANLAGEN UND HINWEISE

III – 1 Allgemeine Anforderungen an Fachräume

III – 1.1 Naturwissenschaftlicher Unterrichtsraum

Anordnungen der Arbeitsplätze übersichtlich und ohne gegenseitige Gefährdung

- Lehrertisch/1. Schülertisch Abstand ≥ 1,20 m,
- Arbeitsplätze hintereinander Abstand ≥ 0,85 m,
- Arbeitsplätze Rücken an Rücken Abstand ≥ 1,50 m,
- Gangbreite (Rettungsweg) im Unterrichtsraum Mindestbreite 1 m,
- Transportwege zwischen Sammlungsraum und Fachräumen kurz halten und möglichst von Schülerverkehrswegen trennen. Der Transportweg sollte nicht über Treppen bzw. Aufzüge verlaufen.

Fluchtwege

Bei Räumen mit erhöhter Brandgefahr sind mindestens zwei günstig gelegene, voneinander unabhängige Fluchtwege erforderlich. Eine erhöhte Brandgefahr ist z.B. gegeben, wenn in diesen Räumen brennbare Flüssigkeiten vorhanden sind oder eine Gasversorgung installiert ist. Ein Ausgang darf zu einem benachbarten Raum führen, wenn von diesem Raum ein Rettungsweg unmittelbar erreichbar ist.
Im Erdgeschoss reicht als zweiter Fluchtweg ein als Notausgang gekennzeichnetes Fenster aus (lichte Öffnung mindestens 0,9 m x 1,2 m). Türen müssen von innen jederzeit zu öffnen sein und in Fluchtrichtung aufschlagen.
Fußboden
Fußböden müssen rutschhemmend, flüssigkeitsundurchlässig, fugendicht und den jeweils anfallenden aggressiven Stoffen gegenüber weitgehend unempfindlich sein.

Be- und Entlüftung

Für ausreichende Lüftungsmöglichkeiten (Fensterlüftung) sorgen,
im Chemiefachraum Abzug nach DIN 12924, Teile 1, 3 oder bzw. DIN EN 14175 - 2.

Elektroinstallation nach VDE
Zentraler Schalter für die Stromkreise an den Experimentiereinrichtungen, der gegen unbefugtes Einschalten gesichert ist (vgl. Teil I – 11.3),
Abschaltmöglichkeit der elektrischen Energie für die Schüler-experimentiertische,
Not-Aus-Einrichtungen am Lehrerexperimentiertisch und an beiden Notausgängen,
RCD[48], d. h. Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (Auslösung bei einem Nenn-Fehlerstrom von $I_{\Delta N} \leq 30$ mA).

Gasinstallation
Zentrale Absperreinrichtung für die Gaszufuhr an die Experimentierstände, gegen unbefugtes Einschalten gesichert,
Zwischenabsperreinrichtung und Gasmangelsicherung zu den Schülerexperimentiertischen (siehe Teil I – 5.2).
Brenngasarmaturen nach DIN 12918 - 2 oder Sicherheits-Laborarmaturen nach DIN 3383 - 4
Brenngasarmaturen nach DIN 12918 - 2 mit Schnellkupplungen müssen mit einem Schließkörper ausgestattet sein. Da der Schließkörper in der Schnellkupplung keine alleinige Absperrung der Brenngasentnahmestelle sein darf, muss zum Gasabstellen immer der Hahn (das Stellteil) an der Brenngasarmatur geschlossen werden. Ein Nebeneinander von älteren Schnellkupplungen ohne und Schnellkupplungen mit Schließkörper ist wegen einer möglichen Verwechselungsgefahr zu vermeiden.

Aufbewahrung von Chemikalien (siehe Teil I – 3.12)

---

48 RCD englisch: residual current protective devices, bisherige deutsche Bezeichnung bzw. Variante FI-Schutzschalter

Chemikalienschränke, entlüftet,
Lösemittelschränke, dauerentlüftet (siehe Teil I – 3.12.9),
Giftschrank, abschließbar.

Hygiene (siehe Teil I – 3.10)
Waschbecken mit Seifenspender und Einmalhandtüchern.

Notfall (siehe Teil III – 2 Informationen zur Ersten Hilfe)
Verbandkasten nach DIN 13157 Teil C,
Verbandbuch nach GUV-I 511.1 ,
Aushang Anleitung zur Ersten Hilfe bei Unfällen (Aushang DIN A 2) nach GUV-I 510-1),

Handbrause am Waschbecken/Augendusche,

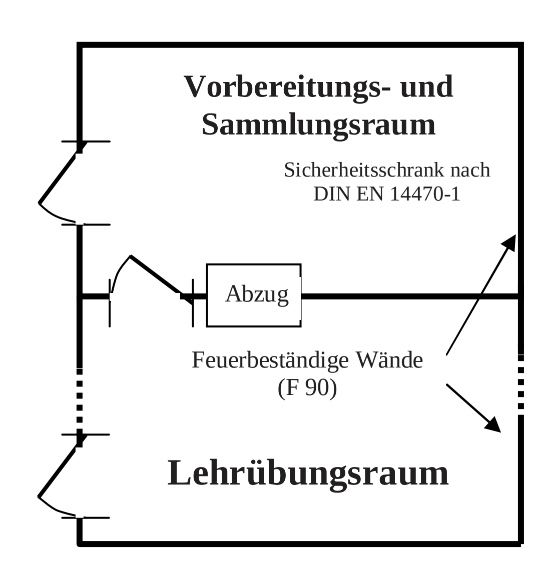
Feuerlöschgeräte (Handfeuerlöscher z.B. Kohlenstoffdioxid, Löschsand),

Telefonanschluss (in der Nähe des Unterrichtsraums ständig verfügbar, evtl. Mobiltelefon für Notrufe),
Notrufverzeichnis.

III – 1.2 Einrichtungen zur Aufbewahrung und Lagerung entzündlicher/entzündbarer Flüssigkeiten

Grundsätzlich sind in Schulen brennbare Flüssigkeiten in Sicherheitsschränken oder Lagerräumen nach Technische Regeln für **entzündliche/entzündbare** Flüssigkeiten TRbF 20 „Läger“ aufzubewahren. Soweit in Schulen Schränke vorhanden sind, die nicht der TRbF 20 entsprechen, müssen diese sicherstellen, dass bei der Entstehung eines Brandes im Vorbereitungs- und Sammlungsraum die in einem Schrank aufbewahrte Menge an brennbaren Flüssigkeiten nicht unmittelbar an der Brandausbreitung teilnimmt, so dass die im Sammlungsraum befindlichen Beschäftigten (Lehrerinnen und Lehrer bzw. anderes fachlich qualifiziertes Personal) den Brand löschen bzw. sich in Sicherheit bringen können.

Die Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die nachfolgenden Punkte eingehalten sind:



Der Vorbereitungs- und Sammlungsraum ist zum Unterrichtsraum durch eine Wand aus nicht brennbaren Baustoffen abgetrennt. In der Abtrennung sind eine Tür sowie ein Durchreicheabzug zulässig.

Die brennbaren Flüssigkeiten müssen in einem Sicherheitsschrank nach DIN EN 14470 Teil 1 gelagert werden, max. 100 Liter hoch- und leicht entzündliche Flüssigkeit und 300 Liter sonstige entzündliche/entzündbare Flüssigkeiten.

Der Schrank muss eine ständig wirksame Entlüftung besitzen, die einen mindestens 10fachen Luftwechsel je Stunde gewährleistet. Die Entlüftung muss direkt über der Auffangwanne wirksam sein und nach außerhalb des Schulgebäudes führen.

An der Frontseite des Schrankes müssen folgende Kennzeichnungen gut sichtbar angebracht sein:

- "Türen schließen"
- Warnzeichen W 1
- Verbotszeichen P 02



Warnzeichen W 1
Warnung
vor feuergefährlichen Stoffen



Verbotszeichen P 02
Feuer, offenes Licht
und Rauchen verboten

Warn- und Verbotszeichen nach UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV/GUV-V A8) bzw. DIN 4844-1

Die zulässige Lagermenge ist unabhängig von der Größe des Vorbereitungs-/ Sammlungsraumes.
Die entzündbaren/entzündlichen Flüssigkeiten müssen in dicht verschlossenen, möglichst unzerbrechlichen Gefäßen aufbewahrt werden.

Bei größeren Lagermengen empfiehlt sich die Einrichtung eines Lagerraums nach TRbF 20. Für einen solchen Lagerraum muss ein Explosionsschutzdokument erstellt werden.

Für diesen Lagerraum gelten folgende bauliche Anforderungen:

1. Sicherung gegen Betreten durch Unbefugte,
2. feuerbeständige Abtrennung (Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102, gewährleistet z.B. durch ein Mauerwerk mit 24 cm Stärke und eine feuerbeständige Tür) von angrenzenden Räumen,
3. kein Bodenablauf,
4. keine Schornsteinöffnungen, auch nicht durch Schieber oder Klappen verschlossene Öffnungen,
5. elektrische Betriebsmittel (i. d. R. nur Beleuchtungseinrichtung) entsprechend DIN VDE 0165 Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen,
6. keine Zündquellen im Raum.

III – 1.3 Explosionsschutzdokument für einen Lagerraum (Muster)

Explosionsschutzdokument nach § 6 BetrSichV		Datum:
Anlage: Chemikalienlager ohne Umfüllarbeiten	Notfall-Telefon: 112	
Gebäude/Raum: Chemikalienlager/ Raum …… (z.B. Verweis auf Flucht- und Rettungsplan)		
1. Arbeitsschritte bzw. Tätigkeiten		
Kurze Verfahrensbeschreibung: - Ein- und Auslagern von Glasgefäßen, Kannen und Kanistern - Raumlüftung ist vorhanden		
Besondere Betriebszustände: Es werden nicht mehr als 60 Liter hoch und leicht entzündliche bzw. 200 Liter andere brennbare Flüssigkeiten gelagert. Reinigungsarbeiten dürfen nur von den fachkundigen Personen durchgeführt werden.		
2. Stoffe, durch die explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann, deren sicherheitstechnische Kenngrößen		
Flüssigkeiten: hoch- und leicht entzündliche Flüssigkeiten	Flammpunkt: < 21°C – 55°C untere/obere Ex-Grenze: 0,6 – 60 Vol% Zündtemperatur ab 95°C	Explosionsgruppe IIA/IIB/IIC
3. Beurteilung der Explosionsgefahr		
Nr. Anlagenbereich/Anlagenteil	EX-Zonen (Ausdehnung/Höhe)	
1 Bereich in dem gelagert wird	Zone 2, gesamter Raum	
4. Explosionsschutz-Maßnahmen		
Nr. Anlagenbereich/Anlagenteil	**gewähltes Schutzprinzip**	
1 Bereich in dem gelagert wird	Vermeiden wirksamer Zündquelle	

Zone	**Maßnahmen**
2	- Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten, - keine Zündquellen im Raum, - kein Bodenablauf, - keine Schornsteinöffnungen, - technische Lüftung wird automatisch beim Betreten des Lagers aktiviert, - temporäres Nachlaufen der Lüftung nach Verlassen des Lagers, - Betrieb von elektrischen und nichtelektrischen Betriebsmitteln nach EXVO Kategorie 3G, z.B. Beleuchtungseinrichtung entspricht der DIN/VDE 0165.

Organisatorische Maßnahmen	**Erläuterung/Dokument**	**zuständig**
Kennzeichnung EX-Bereich	Kennzeichnung Lagers	Fachlehrer/Fachlehrerin:
Betriebsanweisung	Betriebsanweisung für das Ein- und Auslagern	Fachlehrer/Fachlehrerin:
Unterweisung	mindestens einmal jährlich anhand der Betriebsanweisung	Fachlehrer/Fachlehrerin:
Festlegung/Überwachung von Prüfungen	Beauftragung von Fachfirmen	Schulleitung:
Freigabe für gefährliche Tätigkeiten:	Freigabeschein für Feuerarbeiten im Lager, nur wenn die erforderlichen Maßnahmen getroffen sind	Fachlehrer/Fachleiterin:
Aktuell halten des Ex-Schutz-Dokuments	z.B. bei Veränderungen der eingesetzten Lösemittel oder Änderung der Anlage (Überprüfung nach 3 Jahren)	Fachlehrer/Fachleiterin:

Anlagen zum Ex-Schutz-Dokument:

Sicherheitsdatenblätter / Gefahrstoffverzeichnis vom ...., Vorbereitung Raum ....

Verantwortliche/Verantwortlicher:___________Unterschrift:____________________

III – 2 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

III – 2.1 Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

III – 2.1.1 Entwurf einer Betriebsanweisung für Lehrkräfte

Arbeitsbereich

Diese Betriebsanweisung gilt für alle Lehrerinnen und Lehrer sowie technische Assistentinnen und Assistenten, die Umgang mit gefährlichen Stoffen und Zubereitungen haben. Sie umfasst die Tätigkeit der Lehrerin oder des Lehrers und der technischen Assistentin bzw. des technischen Assistenten im Zusammenhang mit dem Unterricht sowie dessen Vor- und Nachbereitung, einschließlich der Regelungen zur sachgemäßen Aufbewahrung, Kennzeichnung und Entsorgung von Problemabfällen.

Arbeitsplätze, die besondere Aufmerksamkeit in Bezug auf Gefahrstoffe verlangen, sind die Fachräume und Vorbereitungs- bzw. Sammlungsräume Chemie, Biologie, Physik, Werken, Technik und Hauswirtschaft.

Gefahrstoff (Bezeichnung)

Gefährliche Stoffe und gefährliche Zubereitungen nach § 2 Abs. 1 Gefahrstoffverordnung sind charakterisiert durch die Gefährlichkeitsmerkmale. Diese sind unter Teil III – 2.5 Gefahrensymbole – Gefahrenbezeichnungen dieser Richtlinien aufgeführt. Ergänzungen sind ferner den Gefahrstofflisten (z.B. DGUV Regel 2004) und den Sicherheitsdatenblättern zu entnehmen.

Diese Unterlagen befinden sich in Raum _________

Weitere Unterlagen: ___________________________

Hinweis:
Alle vorhandenen Gefahrstoffe müssen in einem Gefahrstoffverzeichnis listenmäßig erfasst und fortgeschrieben werden. Das Gefahrstoffverzeichnis liegt in Raum ________ aus/kann bei _________________ eingesehen werden.

Gefahren für Mensch und Umwelt

Die Gefahren von Stoffen und Zubereitungen für Menschen und Umwelt sind u. a. den aktuellen Sicherheitsdatenblättern (s. a. § 5 GefStoffV) sowie den regelmäßig neu erscheinenden Gefahrstofflisten zu entnehmen. Ferner sind die Gefahrensymbole und –bezeichnungen auf den Gefäßen zu beachten. Die Gefahrstoffgefäße sind daher mit den in der Gefahrstoffverordnung angegebenen Symbolen und R- bzw. S-Sätzen zu kennzeichnen (siehe Teil III – 2.5.2 Hinweise auf besondere Gefahren (R-Sätze) und Teil III – 2.5.3 Sicherheitsratschläge (S-Sätze). Eine Kennzeichnung der Gefäße nach GHS ist ebenfalls zulässig.

Schutzmaßnahmen/Verhaltensregeln

Aufbewahrung /Lagerung

Die vorhandenen Gefahrstoffe sind entsprechend den geltenden Rechtsvorschriften (siehe auch Teil I – 3 Tätigkeiten mit gefährlichen Stoffen) zu lagern und/oder aufzubewahren.
Sehr giftige, giftige und explosionsgefährliche Stoffe oder Zubereitungen sind unter Verschluss aufzubewahren und dürfen nur fachkundigen Lehrerinnen und Lehrern zugänglich sein. Ebenso zu behandeln sind auch krebserzeugende, fortpflanzungsgefährdende und erbgutverändernde Stoffe sowie Chlorate, Kalium und Natrium.

Der verschließbare Schrank und/oder Raum befindet sich in Raum __ /ist Raum Nr. __.

Gesundheitsschädliche, ätzende und reizende Stoffe dürfen nur in Räumen oder Schränken aufbewahrt werden, die gegen das Betreten oder den Zugriff durch Betriebsfremde gesichert sind.

Stoffe, die gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel und Rauche entwickeln, sind in Schränken aufzubewahren, die wirksam entlüftet werden. Dieser Schrank befindet sich in Raum __.

An Arbeitsplätzen dürfen brennbare Flüssigkeiten nur für den Fortgang der Arbeiten aufbewahrt werden. Darüber hinausgehende Vorräte sind im Schrank ___ /in Raum __ gelagert.

Druckgasflaschen mit Druckminderventil sind nach Gebrauch zu verschließen und an den bezeichneten Ort in Raum ___ zu bringen.

Aufsicht

Schülerinnen und Schüler dürfen sich in den Fachräumen, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt werden, nicht ohne Aufsicht einer fachkundigen Lehrerin bzw. eines fachkundigen Lehrers aufhalten. Die Fachräume sind bei Abwesenheit der Fachlehrerin oder des Fachlehrers verschlossen zu halten.

Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

Für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Unterrichts ist die Lehrerin bzw. der Lehrer und/oder die technische Assistentin bzw. der technische Assistent verantwortlich. Daraus ergeben sich folgende Aufgaben bei experimentellem Unterricht:

Versuchsvorbereitung

Die Gefährlichkeit von Stoffen (Chemikalien), die bei dem geplanten Experiment eingesetzt werden oder entstehen, muss ermittelt werden. Es ist zu prüfen, ob für den unterrichtlichen Zweck Ersatzstoffe mit weniger gefährlichen Eigenschaften eingesetzt werden können. Grundsätzlich sind Ersatzstoffe zu verwenden, wenn diese verfügbar sind. Entsprechende Sicherheits- und Schutzmaßnahmen sind vorzubereiten. Die Entsorgung der Entstehungsstoffe und evtl. Reste der Ausgangsstoffe (Problemabfälle) ist zu bedenken.
Die Lehrerin bzw. der Lehrer muss bestehende Beschäftigungsbeschränkungen z.B. für Schülerinnen und Schüler sowie Schwangere beachten. Vor Versuchsdurchführung ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen (siehe Teil I-0).

Versuchsdurchführung

Zur Versuchsdurchführung sind geschlossene Systeme zu verwenden, wenn sehr giftige, giftige, krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe frei werden können. Alternativ ist die Versuchsdurchführung im Abzug möglich, da die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleistet wird.

Zusätzlich sind bei Gefahr von Hautkontakt durch gefährliche Stoffe oder Zubereitungen geeignete Schutzhandschuhe, bei Gefahr von Augenverletzungen Schutzbrillen zu tragen (vgl. Gefährdungsbeurteilung).

Unterweisung

Für jeden Versuch – insbesondere bei Schülerübungen – muss eine kurze, begründete Erläuterung der Sicherheitsmaßnahmen erfolgen. Darüber hinaus muss mindestens einmal pro Halbjahr eine Unterweisung der Schülerinnen und Schüler über Sicherheitsmaßnahmen und das Verhalten in den Fachräumen durch die Lehrerin oder den Lehrer erfolgen und im Klassenbuch/Kursheft eingetragen werden. Diese Unterweisung beinhaltet auch Informationen über das Verhalten im Gefahrfall.

Notwendige Informationen für Schülerinnen über mögliche Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen für gebärfähige Schülerinnen, werdende und stillende Mütter, sind in die Unterweisung mit einzubeziehen.

Reinigung und Entsorgung

Die Arbeitsplätze von Schülerinnen und Schülern sowie Lehrerinnen und Lehrern – auch in den Vorbereitungsräumen – sind sauber und aufgeräumt zu hinterlassen, so dass die Sicherheit von Personen und Sachen nicht gefährdet wird.

Verschüttete und verspritzte Gefahrstoffe sind ggf. umgehend von der Fachlehrerin oder vom Fachlehrer zu beseitigen.

Die Reste von Gefahrstoffen (Problemabfälle) sind gemäß dem örtlichen Entsorgungskonzept zu sammeln und/oder zu entsorgen. Hierzu ist der Aushang in Raum _______ zu beachten.

Hinweis:
Jede Schule sollte ein Entsorgungskonzept in Abstimmung mit dem Schulträger und dem beauftragten Entsorgungsunternehmen erstellen (siehe Teil III – 2.6 Entsorgung von Gefahrstoffabfällen in Schulen).

Verhalten im Gefahrfall

Je nach Art des Gefahrstoffunfalls können folgende Maßnahmen notwendig werden:

- Not-Aus betätigen,
- Alarmplan beachten,
- Fachraum räumen, falls dies erforderlich ist,
- Ggf. den Ersthelfer/ die Ersthelferin informieren, Erste Hilfe leisten und Eintrag ins Verbandbuch, falls dies erforderlich ist,
- Gefahren beseitigen (z.B. Pannenset verwenden) dieses befindet sich in Raum ______,
- Schulleitung informieren.
- Bei Entstehungsbränden können folgende Maßnahmen notwendig werden:
- Alarmplan beachten,
- Fachraum räumen, falls dies erforderlich ist,
- Ggf. den Ersthelfer informieren, Erste Hilfe leisten und Eintrag ins Verbandbuch,
- falls dies erforderlich ist,
- Brandbekämpfung mit geeigneten Löschmitteln (Löschsand, Löschdecke, Feuerlöscher).

Hinweis: Die Standorte sind zu benennen.
Feuerlöscher _____
Löschsand _____

Erste Hilfe
Aushang in Raum ________________________________ beachten.
Ersthelfer/Ersthelferinnen sind: ________________________________
Erste Hilfe-Raum: Raum Nr. _________
Verbandkasten: Raum Nr. _________
Telefon: Raum Nr. _________
Sekretariat/Schulleitung: Telefon-Nr. _________
Feuerwehr/Rettungsdienst: Telefon-Nr. _________
Giftzentralen: Giftnotruf z.B. Universitäts-Kinderklinik Bonn Tel.: 0228 19240

Adressen und Telefonnummern sind jährlich auf Aktualität zu prüfen (siehe auch Teil III – 2 Informationen zur Ersten Hilfe)

III – 2.1.2 Entwurf einer Betriebsanweisung für Schülerinnen und Schüler

Arbeitsbereich

Die Betriebsanweisung gilt für alle Schülerinnen und Schüler, die mit gefährlichen Stoffen und Zubereitungen tätig sind. Sie gilt insbesondere für den Unterricht in den Fächern Biologie, Chemie, Physik, Technik, Werken und im Fotolabor. Die dazugehörigen Fachräume dürfen nicht ohne Aufsicht der Lehrerin oder des Lehrers betreten werden.

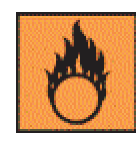
Gefahrstoffbezeichnung

Gefahrstoffe sind im Chemikaliengesetz definiert. Sie werden nach Gefährlichkeitsmerkmalen eingeteilt, denen u.a. folgende Gefahrenbezeichnungen, Kennbuchstaben und Gefahrensymbole zugeordnet sind.
(siehe Teil III – 2.5 Gefahrensymbole - Gefahrenbezeichnungen)

Gefahrensymbole, Gefahrenbezeichnungen und Kennbuchstaben



Explosions-gefährlich
E



brandfördernd
O



Hoch-entzündlich
F+



Leichtentzünd-lich
F



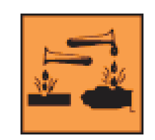
sehr giftig
T+



giftig
T



Gesundheits-schädlich
Xn



ätzend
C



reizend
Xi



Umwelt-gefährlich
N

Anmerkung:
Die Buchstaben E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi und N sind nicht Bestandteil des Gefahrensymbols.

Gefahren für Mensch und Umwelt

Für Gefahrstoffe gibt es Hinweise auf besondere Gefahren und Sicherheitsratschläge. Die Gefahrenhinweise sind in so genannten R-Sätzen (R = Risiko), die Sicherheitsratschläge in den so genannten S-Sätzen (S = Sicherheit) zusammengefasst.

Für die einzelnen Gefahrstoffe findet man die R- bzw. S-Sätze z.B.
- auf den Etiketten der Chemikalienbehälter und im Sicherheitsdatenblatt,
- auf entsprechenden aktuellen Wandtafeln mit einer Auswahl von Gefahrstoffen.

Schutzmaßnahmen/Verhaltensregeln

In den oben genannten Fachräumen darf grundsätzlich nicht gegessen, getrunken, geschnupft und sich geschminkt werden.
Wegen der besonderen Gefahren ist in diesen Fachräumen ein umsichtiges Verhalten erforderlich. Den Anweisungen der Fachlehrerin oder des Fachlehrers ist unbedingt Folge zu leisten.
Schülerinnen und Schüler dürfen Geräte, Chemikalien, Schaltungen nicht ohne Genehmigung der Fachlehrerin oder des Fachlehrers berühren und Anlagen für elektrische Ener-

gie, Gas und Wasser nicht ohne Genehmigung durch die Fachlehrerin oder den Fachlehrer einschalten.
Offene Gashähne, Gasgeruch, beschädigte Steckdosen und Geräte oder andere Gefahrenstellen müssen der Lehrerin oder dem Lehrer sofort gemeldet werden.

Beim Experimentieren sind folgende allgemein gültige Regeln zu beachten:

- Die Versuchsvorschriften und Hinweise der Lehrkräfte müssen genau befolgt werden. Der Versuch darf erst durchgeführt werden, wenn die Lehrerin oder der Lehrer dazu aufgefordert hat.
- Die von der Lehrerin oder vom Lehrer ausgehändigte persönliche Schutzausrüstung (z.B. Schutzbrille, Schutzhandschuhe) muss beim Experimentieren benutzt werden.
- Beim Umgang mit offenen Flammen (z.B. Brenner) sind z.B. lange Haare und Kleidungstücke so zu tragen, dass sie nicht in die Flamme geraten können.
- Geruchsproben dürfen Schülerinnen und Schüler nur vornehmen, wenn die Lehrerin oder der Lehrer dazu auffordern.
- Das Pipettieren mit dem Mund ist verboten.

Reinigung und Entsorgung

Chemikalien dürfen grundsätzlich nicht in den Ausguss gegossen werden. Gefahrstoffe und deren Reste werden gesammelt und entsorgt. Auf mögliche Abweichungen von dieser Regel wird von der Lehrerin oder dem Lehrer ausdrücklich hingewiesen.

Verschüttete und verspritzte Gefahrstoffe sind der Fachlehrerin oder dem Fachlehrer sofort zu melden.

Verhalten in Gefahrensituationen

Auf jeden Fall: Ruhe bewahren und den Anweisungen der Lehrerin oder des Lehrers folgen.

Je nach Art der Situation sind folgende Maßnahmen notwendig:

- Not-Aus betätigen,
- Fachlehrerin oder Fachlehrer unverzüglich informieren,
- Flucht- und Rettungsplan, Alarmplan beachten,
- Fachraum verlassen,
- Erste Hilfe leisten,
- Schulleitung und Ersthelfer informieren.

Bei Entstehungsbränden sind je nach Ausmaß zusätzlich folgende Maßnahmen notwendig:

- Brandbekämpfung mit geeigneten Löschmitteln (Löschsand, Feuerlöscher),
- Feuerwehr verständigen.

Hinweis:
Die Standorte sind zu benennen.
Feuerlöscher ________
Löschsand ________
Erste Hilfe
Aushang im Raum ________________________________ beachten.
Ersthelfer/Ersthelferinnen sind: ________________________________
Erste Hilfe-Raum: Raum Nr. _________
Verbandkasten: Raum Nr. _________
Telefon: Raum Nr. _________
Sekretariat/Schulleitung: Telefon-Nr. _________
Feuerwehr/Rettungsdienst: Telefon-Nr. _________

III – 2.1.3 Entwurf einer Betriebsanweisung für Hausmeister, Hausmeisterinnen, Reinigungs- und Reparaturpersonal

Hinweis: Die Betriebsanweisung ist in einer für den Beschäftigten verständlichen Form und Sprache zu erstellen.

Geltungsbereich

Die Betriebsanweisung gilt für Hausmeister, Hausmeisterinnen, Reinigungs- und Reparaturpersonal oder sonstiges Personal, das Zugang zu Räumen hat, in denen Personen mit gefährlichen Stoffen oder Zubereitungen tätig werden. Sie gilt insbesondere für Räume der Fächer Chemie, Biologie, Physik, Werken, Technik und im Fotolabor.

Gefährlichkeitsmerkmale

In den genannten Räumen wird mit Stoffen umgegangen, die gefährliche Eigenschaften haben. Die gefährlichen Eigenschaften sind u. a. durch folgende Gefahrenbezeichnungen und Gefahrensymbole charakterisiert:

Gefahrensymbole, Gefahrenkennzeichnung und Kennbuchstaben



Explosions-gefährlich
E



brandfördernd
O



Hoch-entzündlich
F+



Leichtentzünd-lich
F



sehr giftig
T+



giftig
T



Gesundheits-schädlich
Xn



ätzend
C



reizend
Xi



Umwelt-gefährlich
N

Anmerkung:
Die Buchstaben E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi und N sind nicht Bestandteil des Gefahrensymbols.

Die genannten Stoffe veranlassen zu erhöhter Vorsicht in den Räumen, so dass Gefahren für Menschen und Umwelt vermieden werden.

Schutzmaßnahmen/Verhaltensregeln

Nur unterwiesenes Personal darf die im Geltungsbereich genannten Räume betreten. Unbefugte dürfen die Räume nicht betreten.

Die Türen zu den im Geltungsbereich benannten Räumen dürfen nicht offen stehen.

Geräte oder Chemikalien dürfen nicht berührt oder weggenommen werden.

Tische, auf denen sich Chemikaliengefäße oder Versuchsanordnungen befinden, dürfen durch das Reinigungspersonal nicht gereinigt werden.

Schränke dürfen nur äußerlich gereinigt werden.

Fußböden und Tische dürfen nicht an Stellen gereinigt werden, an denen Chemikalien verschüttet wurden. Der Sachverhalt ist dem Hausmeister zu melden, der die zuständige Fachlehrerin oder den zuständigen Fachlehrer umgehend informiert.

Nicht ausgeschaltete Gas- oder Elektroversorgung, offene Gashähne, Gasgeruch oder beschädigte Steckdosen oder Geräte sind ggf. sofort dem Hausmeister, Hausmeisterin oder/und der Schulleitung zu melden.

In den im Geltungsbereich benannten Räumen darf nicht gegessen, getrunken, geraucht, geschminkt und geschnupft werden.

Verhalten im Gefahrfall

Sollte trotz der Vorsichtsmaßnahmen eine Gefahrensituation eintreten, können folgende Maßnahmen notwendig werden:

- Not-Aus betätigen.
- Anweisungen des Alarmplanes beachten. Der Alarmplan befindet sich in
- Raum Nr. ________.
- Im Falle eines Entstehungsbrandes Löschversuche mit den im Raum vorhandenen Feuerlöschgeräten:
- Feuerlöscher: Raum Nr. ________
- Löschsand: Raum Nr. ________
- Ggf. Raum sofort verlassen, falls dies erforderlich ist.
- Bei besonderen Vorkommnissen sofort Hausmeister bzw. Hausmeisterin und/oder Schulleitung informieren.

Erste Hilfe

Aushang im Raum ________________________________ beachten.
Ersthelfer/ Ersthelferinnen sind: ________________________________

Erste Hilfe-Raum:	Raum Nr. _________
Verbandkasten:	Raum Nr. _________
Telefon:	Raum Nr. _________
Sekretariat/Schulleitung:	Telefon-Nr. _________
Feuerwehr/Rettungsdienst:	Telefon-Nr. _________
Giftzentralen:	Giftnotruf Informationszentrale für Vergiftungen Universitäts-Kinderklinik Bonn Tel.: 0228 19240

III – 2.2 Informationen zur Ersten Hilfe

III – 2.2.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht

Die Hinweise sind für die Lehrerinnen und Lehrer gedacht, die als Ersthelferinnen oder Ersthelfer ausgebildet sind. Sie sollen bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen informieren; die Hinweise ersetzen keinen Erste-Hilfe-Kurs.

Verletzungen	Maßnahmen
Grundsätze	Die Verunglückte oder den Verunglückten aus der Gefahrenzone bringen. Wegen der Schockgefahr Verletzten nicht alleine zur Ärztin oder zum Arzt gehen lassen. Die Verletzte oder den Verletzten beruhigen; richtig lagern. Bei Bedarf Rettungsleitstelle benachrichtigen. Sich bei Vergiftungen bei der Giftnotzentrale über die notwendigen Maßnahmen informieren. Inkorporierte Gefahrstoffe sind der Ärztin oder dem Arzt zur Kenntnis zu bringen, z.B. Etikett mit Sicherheitsratschlägen vorlegen.
Verätzungen am Auge	Verätztes Auge ausgiebig und lang anhaltend (mindestens 10 - 15 Minuten) unter Schutz des unverletzten Auges (d. h. Kopf so lagern, dass das unverletzte Auge oben ist) mit Wasser spülen (kein scharfer Wasserstrahl). Handbrause oder ein anderes geeignetes Hilfsmittel benützen. Augenspülflasche nicht mehr verwenden. Augenlider weit spreizen, das Auge nach allen Seiten bewegen lassen. Über Rettungsleitstelle ärztliche Hilfe anfordern bzw. Verletzten anschließend sofort in augenärztliche Behandlung bringen. Ätzenden Stoff angeben.
Verletzungen am Auge	Bei Prellungen und Verletzungen des Auges einen trockenen keimfreien Verband anlegen, beide Augen verbinden. Ins Auge eingedrungene Fremdkörper nicht entfernen. Den Verletzten sofort in augenärztliche Behandlung bringen.
Verätzungen am Körper	Durchtränkte oder benetzte Kleidung und Unterkleidung sofort ausziehen. Bei Verätzungen Handbrause verwenden. Verätzte Körperstellen sofort mindestens 10 bis 15 Minuten mit viel Wasser spülen. Die verätzten Körperstellen keimfrei verbinden, keine Watte verwenden. Keine Öle, Salben oder Puder auf die Wunde auftragen. Über Rettungsleitstelle ärztliche Hilfe anfordern. Ätzenden Stoff angeben.
Wunden	Verletzten hinsetzen oder hinlegen. Dabei seitliches Abrutschen verhindern. Wunden und ihre Umgebung nicht mit unsterilen Gegenständen berühren und nicht auswaschen (auch schmutzige Wunden nicht). Auch kleine Wunden keimfrei verbinden. Nur keimfreies Verbandmaterial aus unbeschädigter Verpackung verwenden.

Verletzungen	Maßnahmen
	Bei starker Blutung zunächst betroffene Gliedmaßen hoch lagern und bei fortbestehender Blutung Druckverband anlegen. Dabei Einmalhandschuhe verwenden. Wird der Verband weiter stark durchblutet, zuführende Schlagader direkt abdrücken. Nur im äußersten Notfall abbinden; Zeitpunkt, zu der die Abbindung erfolgte, schriftlich für den behandelnden Arzt mitgeben. Das Abbinden soll mit einem zusammengedrehten Dreiecktuch erfolgen, notfalls können auch ein breiter Gummischlauch, Krawatte o. ä. zum Abbinden dienen. Niemals Schnur oder Draht verwenden. Über Rettungsleitstelle ärztliche Hilfe anfordern.
Vergiftungen bei Aufnahme durch die Haut	Durchtränkte Kleidung und Unterkleidung sofort ausziehen. Benetzte Hautstellen sofort reinigen. Heißes Wasser und heftiges Reiben erhöhen die Aufnahme durch die Haut und sind zu vermeiden. Die Verunglückte oder den Verunglückten ruhig lagern, seitliches Abrutschen verhindern und mit einer Decke vor Wärmeverlust schützen. Über Rettungsleitstelle ärztliche Hilfe anfordern. Giftstoff und Art der Aufnahme sowie Angaben auf dem Etikett des Gefahrstoffbehälters mitteilen. Evtl. Informationen telefonisch bei Informations- und Behandlungszentren für Vergiftungen ("Giftzentrale", siehe Teil III – 2.2) einholen.
Vergiftungen durch Verschlucken	Nach Verschlucken giftiger Stoffe die Verletzte oder den Verletzten möglichst mehrmals reichlich Wasser trinken lassen. Kein Erbrechen auslösen bei Lösemitteln, Säuren und Laugen. Die Verletzte oder den Verletzten ruhig lagern, seitliches Abrutschen verhindern und mit einer Decke vor Wärmeverlust schützen. Bewusstlosen nichts einflößen oder eingeben. Nach innerer Verätzung durch Verschlucken von Säuren und Laugen den Verunglückten viel Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen. Auf keinen Fall Milch trinken lassen. Über Rettungsleitstelle ärztliche Hilfe anfordern. Giftstoff und Art der Aufnahme sowie Angaben auf dem Etikett des Gefahrstoffbehälters mitteilen. Evtl. Informationen telefonisch bei Informations- und Behandlungszentren für Vergiftungen ("Giftzentrale", siehe Teil III – 2.2) einholen.

Verletzungen	Maßnahmen
Vergiftungen durch Einatmen	Die Verletzte oder den Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich bringen. Eventuell vorhandene explosionsfähige Gemische beachten: kein offenes Licht, keine elektrischen Leuchten und Geräte einschalten. Die Verletzte oder den Verletzten an die frische Luft bringen. Mit Gefahrstoffen (auch mit Gasen) durchtränkte Kleidungsstücke sofort entfernen. Bewusstlosen nichts einflößen oder eingeben. Die Verunglückte oder den Verunglückten ruhig lagern, seitliches Abrutschen verhindern und mit einer Decke vor Wärmeverlust schützen. Bei Atemstillstand sofort mit der Atemspende beginnen. Wiederbelebung so lange durchführen, bis die Ärztin oder der Arzt eintrifft.
	Bei Herzstillstand äußere Herzmassage durch darin besonders ausgebildete Helferinnen oder Helfer. Über Rettungsleitstelle ärztliche Hilfe anfordern. Giftstoff und Art der Aufnahme sowie Angaben auf dem Etikett des Gefahrstoffbehälters mitteilen. Evtl. Informationen telefonisch bei Informations- und Behandlungszentren für Vergiftungen ("Giftzentrale", siehe Teil III – 2.2) einholen.
Atemstillstand	Bei Atemstillstand sofort mit Wiederbelebung beginnen. Über Rettungsleitstelle ärztliche Hilfe anfordern. Verunreinigungen und Fremdkörper aus dem Mund entfernen. Beatmung: Zu Beginn 10 schnelle und kräftige Atemstöße, kurze Pause (etwa 10 bis 15 Sekunden), dann ruhig 12 bis 15 Mal in der Minute Mund-zu-Nase-Beatmung oder Mund-zu-Mund-Beatmung (Mundtubus). Wiederbelebung so lange durchführen, bis die Ärztin oder der Arzt eintrifft.
Verbrennungen Verbrühungen	Brennende Kleider sofort mit Wasser oder Feuerlöscher löschen. Kleidung im Bereich der Verbrennung entfernen, sofern sie nicht festklebt. Bei Verbrühungen müssen alle Kleider schnellstens entfernt werden, da durch die heiße Kleidung weitere Schädigungen verursacht werden. Bei Verbrennung der Gliedmaßen mit kaltem Wasser spülen bis der Schmerz nachlässt. Verbrannte oder verbrühte Körperteile sofort steril abdecken. Keine Öle, Salben oder Puder auf die Wunde auftragen. Die Verunglückte oder den Verunglückten durch Bedecken mit einer Wolldecke oder besser mit einer metallisierten Isolierdecke vor Wärmeverlust schützen. Bei größerer Verbrennung bzw. Verbrühung über Rettungsleitstelle ärztliche Hilfe anfordern.
Erfrierungen	Bei Erfrierungen durch festes Kohlenstoffdioxid (Trockeneis), flüssige Luft oder verflüssigte Gase ebenso verfahren wie bei Verbrennungen. Wunden steril abdecken. Verunglückten unverzüglich zur Ärztin oder zum Arzt bringen.

Verletzungen	Maßnahmen
Unfälle durch elektrischen Strom	Elektrischen Strom sofort unterbrechen (Not-Aus-Schalter). Über Rettungsleitstelle ärztliche Hilfe anfordern – Hinweis auf Stromunfall. Bei Atemstillstand sofort mit der Atemspende beginnen. Wiederbelebung so lange durchführen, bis die Ärztin oder der Arzt eintrifft. Bei Herzstillstand äußere Herzmassage durch darin besonders ausgebildete Helferinnen oder Helfer.

III – 2.2.2 Informations- und Behandlungszentren für Vergiftungen

In folgenden Städten Deutschlands bestehen Informationszentren für Vergiftungsunfälle. Diese Stellen können Tag und Nacht angerufen werden; sie erteilen Auskünfte über Gegenmaßnahmen bei Vergiftungen aller Art.

Ort	Informationszentren für Vergiftungen	Telefon/Fax:
Berlin	Berliner Betrieb für Zentrale Gesundheitliche Aufgaben Klinische Toxikologie und Giftnotruf Berlin Oranienburger Straße 285 13437 Berlin www.giftnotruf.de	Tel.: 030 19240 Fax: 030 306-86-721 E-Mail: ail@giftnotruf.de
Bonn	Informationszentrale gegen Vergiftungen Zentrum für Kinderheilkunde der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn Adenauerallee 119 53113 Bonn www.meb.uni-bonn.de/giftzentrale	Tel.: 0228 19240 Fax: 0228 287-3314 E-Mail: GIZBN@ukb.uni-bonn.de
Erfurt	Gemeinsames Giftinformationszentrum der Länder Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen c/o Helios Klinikum Erfurt Nordhäuser Straße 74 99089 Erfurt www.ggiz-erfurt.de	Tel.: 0361 730-730 Fax: 0361 730-7317 E-Mail: info@ggiz-erfurt.de
Freiburg	Universitätsklinikum Freiburg Vergiftungs-Informationszentrale Zentrum für Kinderheilkunde und Jugend-medizin Mathildenstraße 1 79106 Freiburg www.giftberatung.de	Tel.: 0761 19240 Fax: 0761 270-4457 E-Mail: giftinfo@kikli.ukl.uni-freiburg.de
Göttingen	Giftinformationszentrum-Nord der Länder Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein (GIZ-Nord) Zentrum Pharmakologie und Toxikologie Universität Göttingen Humanmedizin Robert-Koch-Straße 40 37075 Göttingen www.giz-nord.de	Tel: 0551 19240 Fax: 0551 3831881 E-Mail: giznord@giz-nord.de

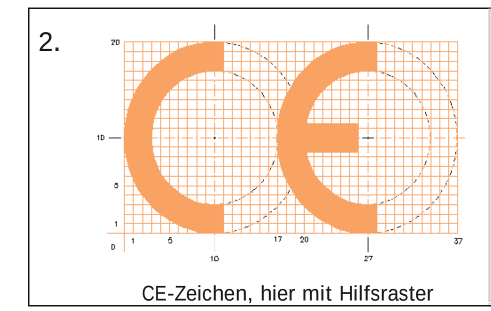
Ort	Informationszentren für Vergiftungen	Telefon/Fax:
Homburg (Saar)	Universitätskliniken Klinik für Kinder- und Jugendmedizin Informations- und Beratungszentrum für Vergiftungen Kirrberger Str., Gebäude 9 66421 Homburg/Saar Tel.: (0 68 41) 19 240; Fax: (0 68 41) www.uniklinikum-saar-land.de/de/einrichtungen/andere/giftzentrale	Tel.: 06841 19240 Fax: 06841 1628438 E-Mail: kigift@uniklinikum-saarland.de
Mainz	Klinische Toxikologie und Beratungsstelle bei Vergiftungen der Länder Rheinland-Pfalz und Hessen Universitätsklinikum Langenbeckstraße 1 55131 Mainz http://www.giftinfo.uni-mainz.de	Tel.: 06131 19240 06131 232-466 Fax: 06131 232-469 E-Mail: giftinfo@giftinfo.uni-mainz.de
München	Giftnotruf München Toxikologische Abteilung der II. Medizinischen Klinik rechts der Isar der Technischen Universität München Ismaninger Straße 22 81675 München http://www.toxinfo.org	Tel.: 089 19240 Fax: 089 4140-2467 E-Mail: tox@lrz.tum.de
Nürnberg	Giftinformationszentrale Nürnberg Medizinische Klinik 2 des Klinikums Nürnberg Professor-Ernst-Nathan-Straße 1 90419 Nürnberg www.giftinformation.de	Tel.: 0911 398-2451 Fax: 0911 398-2192 E-Mail: muehlberg@klinikum-nuernberg.de

Die Anschriften, Telefonnummern und Zuständigkeiten können sich ändern. Sollten Sie keinen Anschluss/Kontakt erhalten, finden Sie im Notfall im Internet über den Suchbegriff "Giftinformation" schnell einen kompetenten Ansprechpartner.

III – 2.3 Anlagen zu Sicherheitskennzeichen

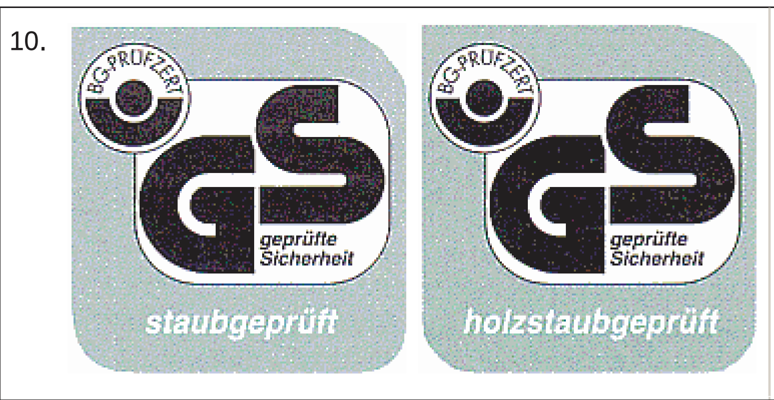
III – 2.3.1 Sicherheitskennzeichen

Sicherheits- und Gesundheitskennzeichnung am Arbeitsplatz siehe UVV Sicherheits-und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (BGV/GUV-V A8)

SYMBOL	HINWEISE
1.  Reizend **Xi**	**Beispiel für Kennzeichnung nach Gefahrstoffverordnung** z.B. Salzsäure (Massenanteil w < 25 %) Eine vollständige Liste der Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnungen nach der Gefahrstoffverordnung ist mit den Hinweisen auf die besonderen Gefahren („R-Sätze“) und den Sicherheitsratschlägen („S-Sätze“) in Teil III – 6.2 und III – 6.3 enthalten.
2.  CE-Zeichen, hier mit Hilfsraster	**Gesetzlich vorgeschriebenes Konformitätszeichen CE** **= Communauté Européenne** Eine CE-Kennzeichnung tragen Produkte, die einer oder mehreren EG-Richtlinien unterliegen, sofern die CE-Kennzeichnung der Produkte vorgesehen ist. Entsprechende Richtlinien bestehen z.B. für Bauprodukte, Maschinen, persönliche Schutzausrüstung und für die Sicherheit von Spielzeug. Es werden u. a. chemische und physikalische Merkmale, mechanische Eigenschaften, Handhabung und Gebrauch untersucht.
3. 	**Freiwillige Kennzeichnung** **„Blauer Engel“:** Dieses Umweltzeichen wird unter der Federführung des Umweltbundesamtes UBA vergeben. Damit dürfen nur Produkte gekennzeichnet werden, die umweltverträglicher, gebrauchstauglicher und gesundheitsschonender sind als vergleichbare Waren und Dienstleistungen.
4. 	**VDE-Zeichen** – für Geräte als technische Arbeitsmittel im Sinne des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes (GPSG), – für Einzelteile oder Installationsmaterial. Das VDE-Zeichen kennzeichnet die Konformität mit den VDE-Bestimmungen bzw. europäischen oder international harmonisierten Normen und bestätigt die Einhaltung der Schutzanforderungen der zutreffenden Richtlinien. Das VDE-Zeichen steht für die Sicherheit des Produktes hinsichtlich elektrischer, mechanischer, thermischer, toxischer, radiologischer und sonstiger Gefährdung.
5.	**Sicherheitszeichen:** **GS für "Geprüfte Sicherheit"** Für technische Geräte wie z.B. Haushaltsgeräte, Werkzeuge, Spielzeuge, Sportgeräte, die den Sicherheitsanforderungen des Gerätesicherheitsgesetzes entsprechen, erteilen staatlich anerkannte Prüfstellen nach einer Typprüfung das Sicherheitszeichen "GS" für "geprüfte Sicherheit". Mit dem Sicherheitszeichen kombiniert ist die Kennzeichnung der Prüfstelle (z.B. TÜV, VDE-Prüfstelle, berufsgenossenschaftliche Prüfstelle). Derart geprüfte Geräte

Symbol	Hinweise
	bieten i. d. R. ausreichende Gewähr, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung keine Gefahren hervorgerufen werden.
6. 	**Sicherheitszeichen für Erzeugnisse nach harmonisierten Zertifizierungsverfahren** Grundlage für die Prüfung sind die im Abkommen aufgeführten europäischen Normen. Produkte (dies sind zur Zeit Leuchten, Leuchtenkomponenten, Energiesparlampen, Geräte der Informationstechnik, Transformatoren, Geräteschalter, elektrische Regel- und Steuergeräte, einige Arten von Kondensatoren und Funkentstörbauteile), die auf dieser Basis geprüft wurden, dürfen mit dem ENEC-Zeichen des VDE gekennzeichnet werden. Eine Genehmigung einer weiteren, am europäischen Zertifizierungsverfahren beteiligten Stelle, ist nicht erforderlich.
7. 	**Sicherheitszeichen für Geräte, entsprechend den Normen für elektromagnetische Verträglichkeit** Das VDE-EMV-Zeichen drückt die Konformität eines Erzeugnisses mit den anzuwendenden Normen im Hinblick auf die elektromagnetische Verträglichkeit von Produkten aus. Dieses Zeichen signalisiert die verlässliche Funktion des Produktes im elektromagnetischen Umfeld.
8.	**Sicherheitszeichen für Entstauber BG-PRÜFZERT:** Die Prüf- und Zertifizierungsstellen im Berufsgenossenschaftlichen Prüf- und Zertifizierungssystem BG-PRÜFZERT unterstützen Hersteller, Handel und Betreiber bei der Konstruktion, Prüfung und Beschaffung technischer Arbeitsmittel. Prüfzeichen: **Entstauber**: Text: „Geeignet zur Abscheidung von Holzstaub Reststaubgehaltstufe 2 0,2 mg/m³ sicher eingehalten“ Bestehende Prüfbescheinigungen für GS-Zeichen mit Zusatz „H 2“ behalten ihre Gültigkeit fünf Jahre ab Ausstellungsdatum.
9.  	**Sicherheitszeichen für Entstauber** **BG-PRÜFZERT:** Getrennte Zeichen werden seit 1997 vergeben: • GS-Zeichen „Geprüfte Sicherheit“ für sicherheitstechnische Prüfung • „BG Prüfzert“ mit Zusatz H 2 für Staubprüfung Text**:** **H 2** „Geeignet zur Abscheidung von Holzstaub Reststaubgehaltstufe 2 0,2 mg/m³ sicher eingehalten“ **H 3:**

SYMBOL	HINWEISE
	Reststaubgehaltstufe 2 0,1 mg/m³

	Symbol	Hinweise
10.		**GS-**Zeichen „Geprüfte Sicherheit“ für sicherheitstechnische Prüfung
11.	 	**Sicherheitszeichen für Entstauber** Diese Zeichen bescheinigen eine zündquellenfreie Bauart Text: „Keine Zündquellen einsaugen! Keine funkenerzeugenden Maschinen absaugen! B 1 Bauart 1: Geeignet zum Absaugen brennbarer Stäube in Zone II“

III – 2.3.2 GISCODES und Produkt-Codes

Die Gefahrstoffverordnung fordert vor Tätigkeiten mit Gefahrstoffen eine Prüfung, ob Stoffe/Zubereitungen mit einer geringeren Gefährdung verfügbar sind und eingesetzt werden können. Ist der Ersatz eines Stoffes oder einer Zubereitung technisch möglich und führt dieser Ersatz zu einer insgesamt geringeren Gefährdung, muss die Substitution vorgenommen werden.

Für eine Reihe von wirtschaftlich bedeutenden Zubereitungen hat das Gefahrstoffinformationssystem der Bauwirtschaft GISBAU GISCODES und Produkt-Codes entwickelt, in denen Produkte mit vergleichbarer Gesundheitsgefährdung und demzufolge identischen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln zu Produktgruppen zusammengefasst sind.

In Hinblick auf die Auswahl von Gefahrstoffen geht von der Produktgruppe mit dem GISCODE der geringsten Zahl die geringste Gesundheitsgefahr aus.

Beispiel Polyurethansysteme: PU10 PU-Systeme, lösemittelfrei ist als günstiger zu bewerten als z.B. PU60 PU-Systeme, Reaktionskomponente auf Aminbasis, gesundheitsschädlich, sensibilisierend.

Im Folgenden sind einige GISCODES aufgeführt. Eine vollständige Übersicht befindet sich auf der GISBAU-Homepage unter: http://www.gisbau.de/giscodes/Liste/INDEX.HTM

Farben und Lacke

M-DF01	Dispersionsfarben, lösemittelfrei
M-DF02	Dispersionsfarben
M-DF03	Naturharzfarben, lösemittelfrei
M-DF04	Naturharzfarben
M-KH01	Klarlacke/Holzlasuren, wasserverdünnbar
M-KH02	Klarlacke/Holzlasuren, lösemittelverdünnbar, entaromatisiert
M-KH03	Klarlacke/Holzlasuren, lösemittelverdünnbar, aromatenarm
M-KH04	Klarlacke/Holzlasuren, lösemittelverdünnbar, aromatenreich
M-KH05	Klarlacke/Holzlasuren, lösemittelverdünnbar
M-LL01	Alkydharzlackfarben, entaromatisiert
M-LL02	Alkydharzlackfarben, aromatenarm
M-LL03	Alkydharzlackfarben, aromatenreich
M-VM01	Verdünnungsmittel, entaromatisiert
M-VM02	Verdünnungsmittel, aromatenarm
M-VM03	Verdünnungsmittel, aromatenreich
M-VM04	Spezialverdünnungsmittel
M-VM05	Verdünnungsmittel, terpenhaltig

Reinigungs- und Pflegemittel

GE10	Emulsionen/Dispersionen
GE20	Emulsionen/Dispersionen, lösemittelhaltig (5-15%)
GE30	Emulsionen/Dispersionen, lösemittelhaltig (5-15%), mit H-Stoffen
GG10	Grundreiniger, lösemittelfrei, nicht gekennzeichnet
GG20	Grundreiniger, lösemittelhaltig ohne H-Stoffe, nicht gekennzeichnet
GG30	Grundreiniger, lösemittelhaltig mit H-Stoffen, nicht gekennzeichnet
GG40	Grundreiniger, reizend, lösemittelfrei
GG50	Grundreiniger, reizend, lösemittelhaltig ohne H-Stoffe
GG60	Grundreiniger, reizend, lösemittelhaltig mit H-Stoffen
GG70	Grundreiniger, ätzend, lösemittelfrei
GG80	Grundreiniger, ätzend, lösemittelhaltig ohne H-Stoffe
GG90	Grundreiniger, ätzend, lösemittelhaltig mit H-Stoffen
GGL10	Glasreiniger, lösemittelhaltig

GGL20 Glasreiniger, lösemittelhaltig mit H-Stoffen

GR10 Rohrreiniger, stark alkalisch, Basis Natronlauge

GR20 Rohrreiniger, stark alkalisch, Basis Natronlauge und Aluminiumpulver

GS10 Sanitärreiniger, pH > 2, nicht kennzeichnungspflichtig

GS20 Sanitärreiniger, pH < 2, nicht kennzeichnungspflichtig

GS30 Sanitärreiniger, Basis Essigsäure

GS40 Sanitärreiniger, Basis Salzsäure, nicht kennzeichnungspflichtig

GS50 Sanitärreiniger, reizend

GS60 Sanitärreiniger, Basis Ameisensäure

GS70 Sanitärreiniger, Basis Salzsäure, reizend

GS80 Sanitärreiniger, ätzend

GS90 Sanitärreiniger, Basis Hypochlorit

GU10 Scheuermittel

GU20 Spülmittel

GU30 Spülmittel, reizend

GU40 Unterhaltsreiniger, lösemittelfrei

GU50 Unterhaltsreiniger, lösemittelhaltig ohne H-Stoffe

GU60 Unterhaltsreiniger, lösemittelhaltig mit H-Stoffen

GU70 Unterhaltsreiniger, reizend, lösemittelfrei

GU80 Unterhaltsreiniger, reizend, lösemittelhaltig ohne H-Stoffe

GU90 Unterhaltsreiniger, reizend, lösemittelhaltig mit H-Stoffen

Polyurethan-Systeme im Bauwesen

PU10 PU-Systeme, lösemittelfrei

PU20 PU-Systeme, lösemittelhaltig

PU30 PU-Systeme, lösemittelhaltig, gesundheitsschädlich

PU40 PU-Systeme, lösemittelfrei, gesundheitsschädlich, sensibilisierend

PU50 PU-Systeme, lösemittelhaltig, gesundheitsschädlich, sensibilisierend

PU60 PU-Systeme, Reaktionskomponente auf Aminbasis, gesundheitsschädlich, sensibilisierend

PU70 PU-Montageschäume

PU80 PU-Montageschäume, hochentzündlich

III – 2.3.3 Kunststoffe: Eigenschaften und Sicherheitshinweise

Kunststoff	Allgemeine Eigenschaften	Eingetragene Handelsna-men	Anwendungen	Dichte g/cm^3	E-D-T[49]	Erkennung[50]	Beständig gegen	Verarbeitungshinweise	Sicherheitshinweise
Poly-ethylen **PE**	durchscheinend bis un-durchsichtig, Oberfläche wachsartig, unzerbrechlich, sehr dehnbar, lebensmittelverträglich, jedoch nicht aromadicht	Hostalen Vestolen Lupolen	Folienbeutel Tragetaschen elektrische Isolierungen Kaltwasserrohre Schutzhelme Tiefziehteile	LD-PE[51] 0,91 HD- PE 0,96	T Erweichung bei LD-PE: 70°C HD-PE: 90°C	leicht entflammbar, helle, rauchlose Flamme mit blauem Kern, tropft brennend ab, nach Erlöschen Paraffingeruch	Säuren Laugen kaltes Wasser Öl, HD- PE auch gegen Benzin	gut verschweißbar, LD-PE schlecht spanabhebend, HD-PE besser spanabhebend bearbeitbar, Kleben nur nach spezieller Vorbehandlung, Werkstoff neigt zum Kriechen unter Belastung, sehr guter elektrischer Isolator	Vorsicht bei Brennprobe: abtropfendes PE kann schmerzhafte Haut-verbrennungen verursa-chen. Unbeständig gegen aromatische Kohlenwas-serstoffe.
Poly-propylen **PP**	durchscheinend, unzer-brechlich, härter und kratzfester als PE, lebensmittelverträglich, jedoch nicht aromadicht	Hostalen PP Westolen P Luparen	Heißwasserrohre Tiefziehteile Folien Netze	0,91	T 100°C	leicht entflammbar, Paraffingeruch nach Erlöschen	heißes Wasser Laugen	verschweißbar, Kleben nur nach spezieller Vorbehandlung möglich	unbeständig gegen aromatische Kohlenwas-serstoffe, anorganische Säuren.
Polystyrol **PS**	glasklar: zerbrechlich, scheppernder Klang, hart, lebensmittelverträglich	Vestyron Styropor Edistir Styroflex	Folienbecher Verpackungen Wärmeschutziso-lierungen	1,05	T 60°C	leicht entflammbar, leuchtende, stark rußende Flamme, süßlicher Geruch (Styrol)	Säuren Laugen Öl	gut mit Lösemittel (Aceton, Me-thylenchlorid) zu verkleben, spröder Werkstoff, nur für Konstruktionen von minderem Wert verwenden	unbeständig gegen organische Lösemittel, Benzin, Benzol
Acryl-nitril-butadien-styrol **ABS**	undurchsichtig, schlag-fest, zäh dumpfer Klang nicht witterungsbestän-dig	Luran Luran S Novodur	Werkzeuggriffe Tiefziehteile	1,06 bis 1,12	T 60°C	leicht entflammbar, leuchtende, stark rußende Flamme, süßlicher Geruch (Styrol)	Laugen	gut mit Lösemitteln oder ande-ren Klebstoffen zu verkleben zäher, schlagfester Werkstoff	unbeständig gegen organische Lösemittel, Benzin, Benzol
Poly-methyl-meth-acrylat **PMMA**	glasklar, spröde, fest, hart, witterungsbeständig, gute optische Eigen-schaften	Plexiglas Degalan Resarit	Scheiben optische Linsen Dekoartikel Schmuck	1,18		leicht entflammbar, brennt mit knisternder, leuchtender Flamme, fruchtartiger Geruch nach Erlöschen	schwache Säuren schwache Laugen Öl	gut mit Spezialstoff (transparen-te Klebestelle) oder anderen Klebstoffen zu verkleben gut spanabhebend zu bearbei-ten	unbeständig gegen organische Lösemittel, starke Säuren, starke Laugen Spezialklebstoff und Dämpfe gesundheits-schädlich, gut lüften, Rauchverbot

[49] E = Elastomer /D = Duromer/T = Thermoplast Angabe: beständig bis °C (Schmelzprobe)

[50] Erkennung durch Brennprobe, – Flammenfarbe , – Geruch nach Erlöschen

[51] LD = low density: weich; HD = high density: hart

Kunststoff	Allgemeine Eigenschaften	Eingetragene Handelsnamen	Anwendungen	Dichte g/cm^3	E-D-T[49]	Erkennung[50]	Beständig gegen	Verarbeitungshinweise	Sicherheitshinweise
Polyvinylchlorid **PVC**	PVC-hart: kälteschlagempfindlich kratzfest PVC-weich: gummielastisch lebensmittelunverträglich	Miploam Hostalit	Schläuche Rohre Armaturen Folien Klebebänder	1,35 bis 1,38	T 55 – 65°C	entflammbar, PVC-hart erlischt nach Entfernen der Zündflamme, Dämpfe riechen nach Salzsäure	PVC-hart: Säuren, Laugen, Fette, Öle Weichmacher wird angegriffen	verschweißbar gut mit verschiedenen Klebstoffen zu verbinden guter chemikalienbeständiger Kunststoff	größere Mengen nicht verbrennen, starke HCl-Entwicklung unbeständig gegen Methylenchlorid, Aceton
Polyamid **PA**	sehr hart, schlagzäh abriebfest gute Gleiteigenschaften lebensmittelverträglich	Ultramid Perlon Nylon	Seile Gleitlager Treibriemen Zahnräder Werkzeuggriffe	1,02 bis 1,21	T 80 – 110°C	brennt mit blauer Flamme, Geruch nach verbranntem Horn	heißes Wasser Öle Fette schwache Säuren schwache Laugen	mit verschiedenen Klebstoffen gut zu verkleben, hervorragender Konstruktionswerkstoff	unbeständig gegen starke Säuren, starke Laugen
Polytetrafluorethylen **PTFE**	weiche, wachsartige Oberfläche weiß, schlagzäh hitze- und chemikalienbeständig	Teflon Hostaflon	Dichtungsmaterialien chemikalien-bestän-dige Behältnisse	2,2	T 250°C	entflammbar, erlischt sofort nach Entfernen der Zündflamme, Flamme grün, stechender Geruch nach HF	alle üblichen Chemikalien	nur nach spezieller Vorbehandlung zu verkleben	größere Mengen nicht verbrennen, auch nicht im Freien, starke HF-Entwicklung unbeständig gegen Natrium, Fluorgas
Silikon **SI**	temperaturbeständig elastisch hydrophob	Baysilon Wackersilon Ge-Silikones	Temperatur-bestän-dige Dichtungsmassen Klebstoffe	1,3	E 180°C	glimmt in der Zündflamme, weißer Rauch, Rückstand zerklüftet weißer SiO_2-Rückstand	Wasser schwache Laugen	als Einkomponentenpaste als Klebstoff oder Dichtungsmittel verarbeitet lässt sich nur mit SI-Klebstoffen verkleben Korrosionserscheinungen an Metallen möglich	beim Vernetzen spaltet sich Essigsäure ab (typischer Geruch) Kontakt mit Schleimhäuten vermeiden unbeständig gegen Säuren, Oxidationsmittel
Ungesättigte Polyesterharze **UP**	mit Verstärkungsmitteln ein Werkstoff mit hoher spezifischer Festigkeit	Palatal Leguval Alpolit	Lacke hochfeste Laminatteile, Pressteile Klebstoffe	1,2 (ungefüllt)	D 80 – 180°C	leuchtend gelbe, rußende Flamme: Geruch nach Styrol	Wasser schwache Säuren	auf gute Lüftung achten, gut zu verkleben, Berührung mit der Haut vermeiden	Härter sind leichtentzündlich beim Umgang mit Härter immer Schutzbrille tragen Haut nicht mit Lösemitteln reinigen Rauchverbot unbeständig gegen Laugen, Oxidationsmittel
Epoxidharz **EP**	mit Verstärkungsmitteln hohe Festigkeit	Beckopox Rütapox Araldit	Lacke hochfeste Laminatteile	1,2 bis 1,3 (unge-	D 80 – 180°C	schwer entflammbar kleine, rußende Flamme	schwache Laugen, Lösemittel	Berührung mit der Haut vermeiden hervorragende, hochfeste Kleb-	Härter können Allergien auslösen, verunreinigte Haut sofort

Kunststoff	Allgemeine Eigenschaften	Eingetragene Handelsnamen	Anwendungen	Dichte g/cm³	E-D-T[49]	Erkennung[50]	Beständig gegen	Verarbeitungshinweise	Sicherheitshinweise
			Pressteile Klebstoffe	füllt)				stoffe	reinigen, z.B. mit Cupran – nicht mit Lösemitteln unbeständig gegen Säuren
Phenol-Form-aldehyd-harz **PF**	wärmeformbeständig spröde nicht für Lebensmittel geeignet	Bakelit Urafen Resarit	Pressteile Schichtstoffe	1,4 bis 2,0 je nach Füll-stoff	D 100°C und höher	schwer entflammbar helle, rußende Flamme Geruch nach Phenol und Ammoniak (muffig, beißend)	Wasser schwache Säuren Lösemittel	gut mit anderen Stoffen zu verkleben nur als Fertigerzeugnisse (Halb-zeug) zu verwenden	gut spanabhebend zu verarbeiten, Stäube nicht einatmen unbeständig gegen Laugen, starke Säuren
Melamin-Form-aldehyd-harz **MF**	hart lichtbogenfest lichtbeständig lebensmittelverträglich	Resopal Resamin Keramin	Dekorpapiere für Schichtstoffe (Overlays), Bindemittel für Holzwerkstoffe	1.5 (Typ 152)	D 80°C und höher	kaum entflammbar Flamme hellgelb Geruch fischartig und nach Formaldehyd	Wasser Lösemittel	gut zu verkleben nur als Fertigerzeugnis (Halb-zeug) zu verwenden	gut spanabhebend zu verarbeiten, Stäube nicht einatmen, unbeständig gegen starke Säuren, starke Laugen
Poly-urethan-harz **PU**	von gummielastisch bis hart abriebfest reißfest	Desmodur Desmophen Lupranol Lupramat	Isolierschäume Elastomere Gießharze Dichtungen Schuhsohlen	<1,2 (Elasto mer)	D/E 80 – 120°C	schwer entflammbar Flamme leuchtend gelb Geruch stechend muffig (Isocyanat)	Meerwasser Treibstoffe Öl	möglichst als Einkomponenten-material verwenden bei Zweikomponentenmaterial auf lange Startzeit achten gut zu verkleben	nicht auf Schleimhäute bringen, härtet sofort aus unbeständig gegen Dampf und heißes Was-ser, Säuren, Laugen, einige Lösemittel immer Schutzbrille tra-gen, verunreinigte Haut sofort reinigen (z.B. mit Cupran)

HF = Fluorwasserstoff (stechender Geruch, stark toxisch)
HCl = Chlorwasserstoff (stechender Geruch, toxisch)

III – 2.3.4 Übersicht über Lösemittelgemische[52]

Lösemittel	Zusammensetzung	KB [53]	R-Sätze	Sdt. °C		Flammp .°C	mischbar mit	Bemerkungen	Anwendungsbeispiele
Alkalische Abbeizmittel (Ablauger)	Natron-/Kalilauge Natriumcarbonat, -Silicate Trinatriumphosphat	C	verursacht schwere Verätzungen (R35) Gefahr ernster Augenschäden (R41)	Paste			Wasser	Schutzbrille, Schutzhandschule aus Nitrilgummi reizende Ablauger, z.B. auf Calciumhydroxid-Basis verwenden reizt Haut und Schleimhäute	auf verseifbare Beschichtungsstoffe, wie Ölfarben, Alkydharz-Lacken
Lösemittelhaltige Abbeizmittel (Abbeizfluide) CKW- und methanolfrei	Glykolether (z.B. Dipropylenglykolmethylether) Ester (z.B. *n*-Butylacetat) Alkohole Testbenzin	Xi	entzündlich (R 10) reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut (R 36/37/38)	> 100		> 21	organischen Lösemitteln	Schutzhandschule aus Nitrilgummi gut lüften enthält hautresorptive Stoffe keine Produkte mit Dichlormethan oder Methanol verwenden	Universelle Abtragung von Altbeschichtungen hervorragende Lösungscharakteristik und gute Penetrationsfähigkeit
Petroleumbenzin, Petrolether, hochsiedend	Gemisch aus aliphatischen Kohlenwasserstoffen überwiegend Gemisch Pentan und Hexan	Xn F	leichtentzündlich (R 11) gesundheitsschädlich: kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen (R 65)	40 – 80		< 21	organischen Lösemitteln	gut lüften Schutzhandschule aus Nitrilgummi keinen Petrolether mit Siedebereich 30 – 50 °C einsetzen farblose, wasserunlösliche, stark lichtbrechende Flüssigkeit; benzinartiger Geruch narkotische Wirkung; Leber- und Nierenschäden möglich	fleckentfernend entfettend Lösemittel für Gummiklebstoffe
Benzin (Waschbenzin)	Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe	Xn F		ca. 80		< 21			
Testbenzin	Gemisch höhersiedender aliphatischer und aromatischer Kohlenwasserstoffe C9 – C12-Erdölfraktion	Xn	entzündlich (R 10), gesundheitsschädlich: kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen (R 65)	ca. 135		21 – 55			
Nitrolackverdünnung	Gemisch aus aromatischen Kohlenwasserstoffen (z.B. Toluol/Xylol-Isomere) Alkoholen (z.B. Butanol) Estern (z.B. n-Butylacetat) Ketonen (z.B. Aceton)	F Xn	leichtentzündlich (R 11) gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut (R 20/21) reizt die Haut (R 38)	> 55		< 21	organischen Lösemitteln	gut lüften Schutzhandschule aus Butylkautschuk (als Spritzschutz) enthält hautresorptive Stoffe narkotische Wirkung Ersatzstoff: z.B. entaromatisierte Universalverdünner	Verdünnung von Nitrocellulose und Kunstharzlacken

52 Lösemittel als Reinstoffe wie z.B. Ethanol, Hexan, Methanol siehe DGUV Regel 2004

53 KB = Kennbuchstabe des Gefahrensymbols siehe Ziffer III – 2.5 Gefahrensymbole - Gefahrenbezeichnungen

Lösemittel	Zusammensetzung	KB 53	R-Sätze	Sdt. °C		Flammp .°C	mischbar mit	Bemerkungen	Anwendungsbeispiele
Pinselreiniger wasserunlöslich	Gemisch aus aromatischen Kohlenwasserstoffen (z.B. Trimethylbenzole, Propylbenzol) und nichtionischen Tensiden (Fettalkoholethoxylat)	Xn	entzündlich (R 10) gesundheitsschädlich beim Einatmen (R 20) reizt Augen, Atmungsorgane und die Haut (R 36/37/38) gesundheitsschädlich: kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen (R 65)	164		21 - 55	organischen Lösemitteln	Schutzhandschule aus Nitrilgummi Ersatzstoffprüfung, z .B. Pinselreiniger auf wässriger Basis	Pinselreinigung bei wasserunlöslichen Farben und Lacken
Terpentinöl	Gemisch aus Terpenen wie α-Pinen Limonen 3-Caren Camphen	Xn N	entzündlich (R 10) gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut (R 20/21/22) reizt die Augen und die Haut (R 36/38) Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich (R 43) giftig für Wasserorganismen. Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben (R 51/53) gesundheitsschädlich: Kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen (R 65)	150 – 177		21 - 55	organischen Lösemitteln	gut lüften Schutzhandschule aus Nitrilgummi, da hautresorptiv, sensibilisierend Ersatzstoffprüfung: Terpentinersatz gelbliche, wasserunlösliche Flüssigkeit; typischer Geruch	Verdünnungsmittel für Farben, Lacke, Klebstoffe
Terpentinersatz (Testbenzin)	Gemisch höhersiedender aliphatischer und aromatischer Kohlenwasserstoffe C9 – C12-Erdölfraktion	Xn	entzündlich (R 10) gesundheitsschädlich: kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen (R 65)	130 – 220		21 – 55	organischen Lösemitteln	gut lüften Schutzhandschule aus Nitrilgummi möglichst aromatenarme Produkte einsetzen	Ersatzstoff für Terpentin Verdünnungsmittel für Farben, Lacke Reinigungsmittel von Spritzgeräte, Oberflächenreinigungsmittel
Universalverdünner	Je nach Produkt Gemisch aus Aromaten (z.B. Xylol-Isomere) Estern (z.B. Butylacetat) Alkoholen Ketonen (z.B. Aceton)	F Xn	leichtentzündlich (R 11) gesundheitsschädlich beim Einatmen (R 20)	55 – 145		< 21	organischen Lösemitteln	gut lüften Schutzhandschule aus Nitrilgummi möglichst aromatenarme Produkte einsetzen farblos bis gelblich Geruch wie Terpentin	Verdünnungsmittel für Farben, Lacke Reinigungsmittel von Spritzgeräten Oberflächenreinigungsmittel

III – 2.4 Handlungshilfen zur Gefährdungsbeurteilung

III – 2.4.1 Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

Einleitung

Die nachfolgenden Ausführungen beinhalten einen Vorschlag zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung.
Die Gefährdungsbeurteilung steht im Mittelpunkt der Gefahrstoffverordnung und muss vor Aufnahme der Tätigkeit von einer fachkundigen Person durchgeführt und dokumentiert werden. In Abhängigkeit von Tätigkeiten und den gefährlichen Eigenschaften der verwendeten Stoffe und Zubereitungen müssen die notwendigen Schutzmaßnahmen festgelegt werden. Dabei sind insbesondere folgende Punkte gemäß §6 Gefahrstoffverordnung zu berücksichtigen:

- Gefährliche Stoffeigenschaften (zum Beispiel: R-Sätze)
- Sicherheitsinformationen des Herstellers (zum Beispiel: S-Sätze)
- Ausmaß, Art und Dauer der Exposition unter Berücksichtigung der Arbeitsbedingungen und -verfahren sowie der verwendeten Mengen
- Möglichkeiten einer Substitution
- Arbeitsplatzgrenzwerte und biologische Grenzwerte
- Wirksamkeit der getroffenen und zu treffenden Schutzmaßnahmen
- Physikalisch-chemische Wirkungen (zum Beispiel: Brand- und Explosionsge-fahren).

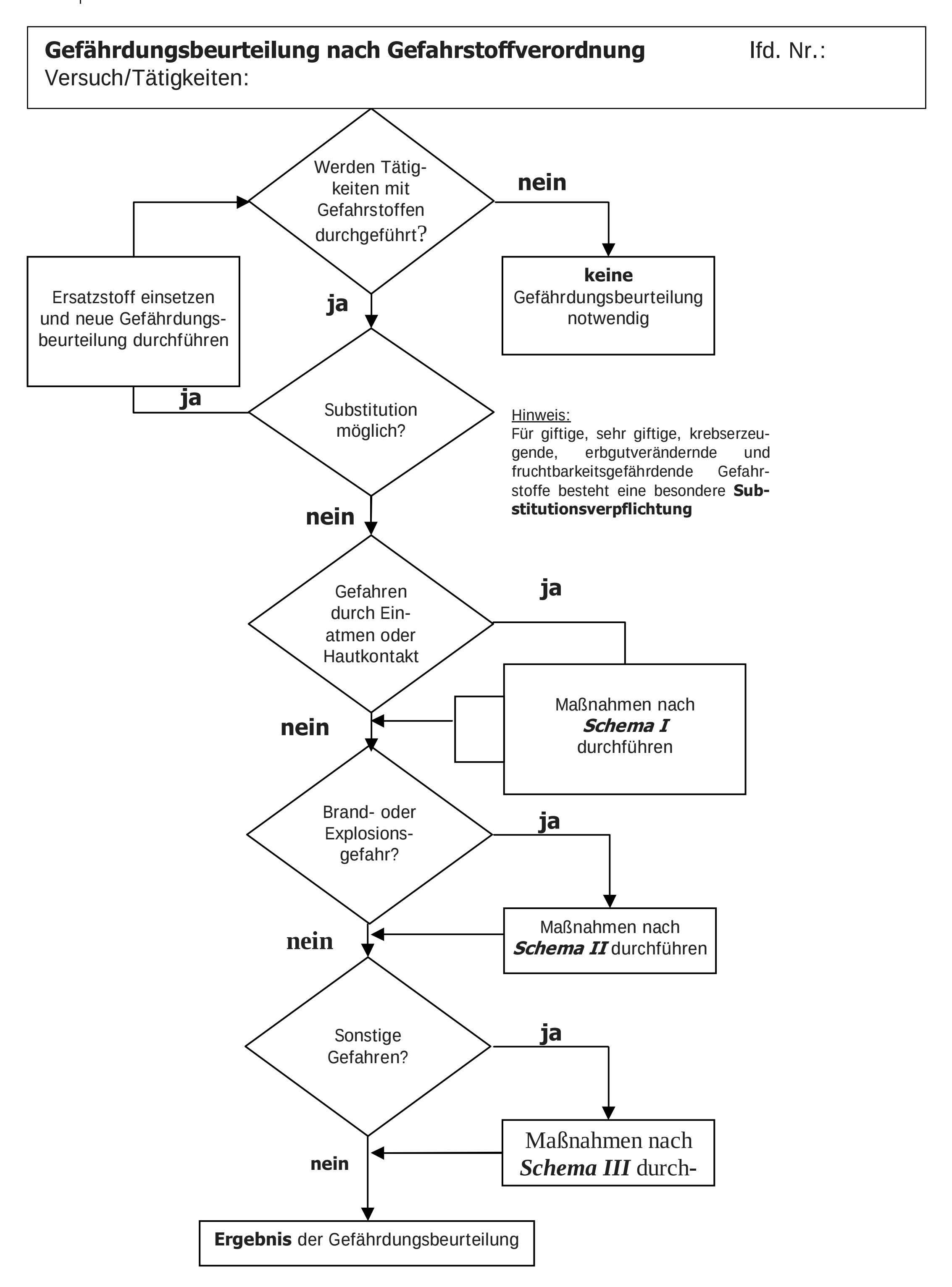
Die Schule kann sich hierbei insbesondere folgender Informationsquellen bedienen:

- Gefahrstoffliste DGUV Regel 2004.
- sowie einschlägiger Sicherheitsdatenblätter des Herstellers oder Lieferanten.

Das nachfolgende Flussdiagramm beschreibt den grundsätzlichen Ablauf der Gefährdungsbeurteilung. (Es ist entnommen aus: Prävention in NRW, Heft 3: Umsetzung der Gefahrstoffverordnung an Schulen (Teil 1)).
Wichtige „Stationen“ sind

- die Substitutionsprüfung
- das Schema I
- das Schema II
- das Schema III.

Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung lfd. Nr.:
Versuch/Tätigkeiten:



RiSU I - 3.2			Abzug	Geschlossenes System		Lüftungsmaßnahmen	Weitere Maßnahmen

Datum: _Unterschrift:___

Schema I: Gefahren durch Einatmen und Hautkontakt

Beurteilung	Maßnahmen

Nach §§ 8 und 9 GefStoffV

Xn **Xi** **C** **kein KMR 1 oder 2**	• **Ausmaß und Art der Exposition** • **Gefährliche Eigenschaften** • **Gefahrstoffmenge** • **Info des Herstellers**	**Geringe Gefährdung** wenn: • geringe Stoffmengen • kurze Expositionsdauer • niedrige Expositionshöhe • geeignete Arbeitsbedingungen (z.B. kein Hautkontakt)	ja	**Grundsätze:** Vorgaben der RiSU Teil I – 3.4I einhalten	Keine Dokumentation notwendig RiSU Teil. I - 3.4 (s. I-3.11.2)	☐ ☐ ☐
			nein	**Grundmaßnahmen:** • Versuch nach dem Stand der Technik durchführen • Dauer und Ausmaß der Exposition minimieren • Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes überprüfen (z.B. Berechnung, Analogieschluss) • Betriebsanweisung / Unterweisung (I-3.16) • Lüftungsmaßnahmen	DGUV Regel 2003 **und** (I-3.11.2) (I-3.11.1) Abzug	☐ ☐ ☐ ☐

Nach §§ 8 und 9 GefStoffV

T; T⁺ **kein KMR 1 oder 2**	**Werden Tätigkeiten mit T oder T^+ gekennzeichneten Stoffen durchgeführt?** Informationen: • Sicherheitsdatenblatt (I-3.2.1) • DGUV Regel 2004 Gefahrstoffliste • Elektronische Datenbanken für den Schulbereich	ja	**Maßnahmen bei hoher Gefährdung:** • geschlossenes System oder Abzug verwenden (I-3.4) • u.U. Gefahrenbereich kennzeichnen • Zutritt nur für Beschäftigte • Gefahrstoffe unter Verschluss halten (I-3.12.6) • ggf. weitere Maßnahmen erforderlich (Arbeitsplatzmessungen und/oder Vorsorgeuntersuchungen • Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungen beachten (I -3.5 bis I – 3.7) • Betriebsanweisung / Unterweisung (I – 3.16)	DGUV Regel 2003 **und** (I-3.11.2) (I-3.11.1) Abzug **oder** Geschlossenes System (I-3.4.)	☐ ☐ ☐ ☐

Beurteilung			Maßnahmen		
Nach § 10 GefStoffV					
T; T+ **und KMR 1 oder 2**	**Werden Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgut-verändernden oder fruchtbar-keitsgefährdenden Stoffen der Kategorien 1 oder 2 durchge-führt?** • Kennzeichnung mit R45, R46, R49 oder R60 • Stoff nach TRGS 905 Informationen: • Sicherheitsdatenblatt (I-3.2.1) • Gefahrstoffliste DGUV Regel 2004 • Elektronische Datenbanken für den Schulbereich	ja	**Maßnahmen bei KMR-Stoffen:** • geschlossenes System oder Abzug verwenden • u.U. Gefahrenbereich kennzeichnen • Zutritt nur für Beschäftigte • Gefahrstoffe unter Verschluss halten (I - 3.12) • ggf. weitere Maßnahmen erforderlich (Arbeitsplatzmessungen und/oder Vorsorgeuntersuchungen) • Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungen beachten (I - 3.5 bis I - 3.7) • Betriebsanweisung / Unterweisung (I - 3.16)	DGUV Regel 2003 **und** (I - 3.11.2) (I-3.11.1) Abzug **oder** geschlossenes System (I-3.4.)	☐ ☐ ☐ ☐

Schema II: Gefahren durch Brand oder Explosion

	Beurteilung		Maßnahmen		
R10	**Ist der Stoff entzündlich (R10), leichtentzündlich oder hochentzündlich?**	ja	• Mengen auf notwendiges Maß begrenzen • unbeabsichtigtes Freisetzen verhindern • vollständige Erfassung und gefahrlose Beseitigung freigesetzter Stoffe • Rauchen und offenes Feuer verboten • Zutrittsverbot für Unbefugte • Gestaltung des Arbeitsbereiches (Flucht- und Rettungswege, Feuerlöscheinrichtungen)		☐
F+	**Kann eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen?** • Aufgewirbelte Stäube • Hochentzündliche Gase F+ • Dämpfe oder Nebel von hoch- oder leichtentzündlichen Flüssigkeiten (F, F^+) • Dämpfe oder Nebel von brennbaren beziehungsweise entzündlichen Flüssigkeiten, wenn die Verarbeitungstemperatur über dem Flammpunkt liegt	ja	Rangfolge der Schutzmaßnahmen Bildung explosionsfähiger Atmosphäre verhindern und Zündquellen vermeiden (II – 2.2 und 2.3)	(I - 3.11.2) Abzug (I - 3.4)	☐ ☐ ☐ ☐

E	**Ist der Stoff oder die Zubereitung explosionsgefährlich?** • Kennzeichnung: Symbol E Information: • Sicherheitsdatenblatt (I - 3.2.1) • DGUV Regel 2004 Gefahrstoffliste • Elektronische Datenbanken für den Schulbereich	ja	(I – 4.1 und II – 2.2)	(I - 3.11.2) Schutz-scheibe Abzug (I - 3.4)	☐ ☐ ☐
O	**Ist der Stoff oder die Zubereitung brandfördernd?** Information: • Sicherheitsdatenblatt (I - 3.2.1) • Gefahrstoffliste DGUV Regel 2004 • Elektronische Datenbanken für den Schulbereich	ja	• Kontakt mit brennbaren Stoffen verhindern • Zusammenlagerungsverbot beachten (I - 3.12) • Sonderfall organische Peroxide (II – 2.2.3)		☐

Beurteilung		**Maßnahmen**		
Liegen Gefahren vor durch **narkotisch wirkende Lösemittel ?** Beispiel: Diethylether	ja	Tätigkeiten mit diesen Lösemitteln unter einem Abzug oder mit kleinen Mengen (ml) bei ausreichend guter Raumlüftung.	DGUV Regel 2003 **und** Abzug (I - 3.4)	☐ ☐
Liegen Gefahren vor durch **erstickende Chemikalien ?** Beispiele: Stickstoff, Kohlenstoffdioxid	ja	zeitliche Begrenzung und Mengenbegrenzung, ausreichend gute Raumlüftung.	DGUV Regel 2003 **und**	☐
Liegen Gefahren vor durch **tiefkalte Medien ?** Beispiele: flüssiger Stickstoff, Trockeneis	ja	technische Hilfsmittel (snow-pack), zeitliche Begrenzung auf 1 Min., Kälteschutzhandschuhe, ausreichend gute Raumlüftung.	DGUV Regel 2003 **und** (I - 3.11.1)	☐ ☐
Liegen Gefahren vor durch **heiße Medien ?** Beispiel: Thermit-Verfahren	ja	Ausführung der Thermit-Reaktion im Freien, Auffangen des Reaktionsprodukts im Sandbett, ausreichender Schutzabstand für Personen	DGUV Regel 2003 (I - 3.11.2)	☐
[Li]egen weitere sonstige Gefahren vor, z.B. durch folgende Eigenschaften: - erhöhter Druck: Flüssigkeiten, Gase, Dämpfe - chronisch schädigend: Feinstäube - explosionsfähig: brennbare Stäube - vorschädigend: hautentfettende Lösemittel?	ja	Geeignete Schutzmaßnahmen gegen mögliche Gefahren ergreifen und dokumentieren	DGUV Regel 2003 **und** (I - 3.11.2) Abzug (I - 3.4) (I - 3.11.1)	☐ ☐ ☐ ☐

Erläuterungen zur Anwendung der Schemata

Zusammen mit der Tätigkeitsbeschreibung, zum Beispiel in Form eines Arbeitsblattes oder einer Versuchsbeschreibung kann dann die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Dabei sind die verwendeten Arbeits- und Gefahrstoffe unter Angabe der Mengen anzugeben.

Daraus resultiert die Festlegung von Schutzmaßnahmen zur Vermeidung oder größtmöglichen Reduzierung der Gefährdungen durch technische, organisatorische oder persönliche Schutzmaßnahmen.

Die Dokumentation der festgelegten Schutzmaßnahmen geschieht durch Ankreuzen auf dem Formblatt: „Flussdiagramm - Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung“.

Wenn zusätzliche Maßnahmen, zum Beispiel organisatorischer Art notwendig sind, können diese im Textfeld „Weitere Maßnahmen“ oder separat dokumentiert werden.

Für jede Tätigkeit und jedes Experiment muss diese Gefährdungsbeurteilung (nur) einmal zur Festlegung der notwendigen Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Tätigkeiten und Experimente mit ähnlicher Gefährdung können zusammenfassend behandelt werden; das bedeutet in der Praxis: Es muss nicht jede einzelne Tätigkeit bzw. jeder Einzelversuch separat beurteilt werden. Bei wesentlichen Änderungen der Rahmenbedingungen der durchgeführten Gefährdungsbeurteilungen (zum Beispiel geänderter Versuchsablauf, Änderungen der Gefahrstoffeinstufungen) sind die Gefährdungsbeurteilungen jedoch zu aktualisieren.

Die Wirksamkeit aller getroffenen Schutzmaßnahmen ist grundsätzlich zu überprüfen.

Bei neuen Tätigkeiten oder Experimenten mit neuen Arbeits-/ Gefahrstoffen ist für diese Tätigkeiten und Stoffe eine neue Gefährdungsbeurteilung zu erstellen.

III – 2.4.2 Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV:

Darstellung von tert.-Butylchlorid

Informationsermittlung

Informationsquellen:

- J.F. Morris, A.W.Olmstedt, Org. Synth.Coll.Vol. I (1957), 144
- Organisch-Chemisches Praktikum für Verfahrensingenieure und Umweltschutztechniker Sommersemester 2006

[www.uni-stuttgart.de/ochem/praktika/2006umwps.pdf]

- GESTIS-Stoffdatenbank [www.dguv.de/bgia/de/gestis/stoffdb/index.html]
- Tätigkeiten mit Gefahrstoffen im Unterricht (DGUV Regeln 2003/2004)

Reaktion:

tert-Butanol (74.12) + HCl (36.45) ⟶ *tert*-Butylchlorid (97.57) + H_2O (18.02)

Gefahrstoffe:

Edukte:
tert-Butanol:
Kennbuchstaben: F, Xn.
R- und S-Sätze: R 11 Leichtentzündlich, R 20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, S 9 Behälter an einen gut gelüfteten Ort aufbewahren, S 16 Von Zündquellen fernhalten – Nicht Rauchen.
konzentrierte Salzsäure:
Kennbuchstabe: C
R- und S-Sätze: R 34 Ätzend, R 34 Reizt die Atmungsorgane, S 26 Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren, S 45 Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich, dieses Etikett vorzeigen).

Produkte:

tert-Butylchlorid:
Kennbuchstabe: F
R 11 Leichtentzündlich, S 9 Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren, S 16 Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen, S 29 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.

Hilfsstoffe:

Wasserfreies Calciumchlorid:
Kennbuchstabe: Xi
R- und S-Sätze: R 36 Reizt die Augen, S 22 Staub nicht einatmen, S 24 Berührung mit der Haut vermeiden.

Versuchsdurchführung:

19 ml (14,8 g; 0,2 mol) tert-Butylalkohol (tert-Butanol, Sdp. 83 ^{o}C, Schmp. 25 ^{o}C) werden mit 49,4 ml (0,60 mol) konz. Salzsäure bei Raumtemperatur versetzt und 20 Minuten bei dieser Temperatur gerührt. Die organische Phase wird dreimal mit 5 ml ges. Natrium-hydrogencarbonat-Lösung und dreimal mit 5 ml Wasser gewaschen und mit Calciumchlorid getrocknet. Das Trockenmittel wird abfiltriert und der Rückstand fraktioniert. Man erhält farbloses tert-Butylchlorid (Sdp. 48-50 ^{o}C).

Geräte:

250 ml Messzylinder, Zweihalskolben, Tropftrichter, Magnetrührer, Scheidetrichter

Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen:

Gefährdungsbeurteilung:

Die Hauptgefährdung geht von der konzentrierten Salzsäure mit ihrer ätzenden Wirkung aus. Haut- und Augenkontakt sowie Einatmen der Dämpfe müssen vermieden werden.
tert-Butanol und tert-Butylchlorid sind niedrigsiedende, leichtentzündliche Flüssigkeiten. Es dürfen sich deshalb im Gefahrenbereich keine Zündquellen und offene Flammen befinden.
Wegen der gesundheitsschädlichen Wirkung von tert-Butanol ist dafür Sorge zu tragen, dass keine Dämpfe eingeatmet werden.

Substitutionsprüfung:

Der Versuch zur Vermittlung einer SN_2-Reaktion kann nicht durch einen weniger gefährlichen Versuch ersetzt werden.
Die verwendeten Gefahrstoffe können zur Durchführung des Versuchs nicht durch weniger gefährliche Stoffe ersetzt werden, insbesondere ist die konzentrierte Salzsäure für die Durchführung des Versuchs nicht ersetzbar.

Schutzmaßnahmen:

Der Versuch einschließlich das Trennen der Phasen mit dem Scheidetrichter muss insbesondere wegen der ätzenden Wirkung der Salzsäure unter dem Abzug durchgeführt werden. Als persönliche Schutzausrüstung sind Schutzbrille und Chemikalienschutzhandschuhe zu tragen. Im Abzug dürfen während des Versuchs keine Bunsenbrenner oder sonstige offene Flammen betrieben werden. Beim Trennen der Phasen mit dem Scheidetrichter ist insbesondere beim Waschen mit der Natriumbicarbonat-Lösung (wegen der CO_2-Entwicklung!) für Druckausgleich zu sorgen.
Beim Ausschütteln die Öffnung des Scheidetrichters immer von Personen weg in Richtung Abzug richten.







Wirksamkeitskontrolle der Schutzmaßnahmen:

Vor und während des Versuchs ist auf den ordnungsgemäßen Zustand und die lüftungstechnische Funktion des Abzugs zu achten. Es darf nur unter einem geprüften Abzug gearbeitet werden, dessen Prüffrist noch nicht abgelaufen ist.

Expositionsbeurteilung:

Bei Einhaltung der beschriebenen Schutzmaßnahmen ist mit keinen dermalen oder oralen Belastungen zu rechnen. Die inhalativen Belastungen sind bei Arbeiten im Abzug grundsätzlich als sehr gering zu bewerten.

Erste-Hilfe-Maßnahmen:

Bei Spritzer in die Augen: Augen bei geöffnetem Lidspalt ausgiebig mit Wasser mit Hilfe der Augenspülvorrichtung (Augendusche) spülen, Vorstellung beim Augenarzt.
Bei Spritzer auf die Haut: Ausgiebig mit lauwarmen Wasser spülen.

Dokumentation, siehe Teil III – 2.4.3.

III – 2.4.3 Dokumentation durch die Lehrkraft

Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung Versuch/Tätigkeiten: **Darstellung von tert.-Butylchlorid (F)**	lfd. Nr.:______

Gefahrstoffe: tert.-Butanol **(F)**, (Xn), konz. HCl **(C)**, $CaCl_2$ (wasserfrei) **(Xi),** tert.-Butylchlorid (F) = 2-Chlor-2-methylpropan

tert.-Butanol (F)
R 11 Leichtentzündlich
R 20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen
S 9 Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren
S 16 Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen

konz. HCl (C)
R 34 Verursacht Verätzungen
R 37 Reizt die Atmungsorgane
S 26 Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren
S 45 Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)

$CaCl_2$ (wasserfrei) (Xi)
R 36 Reizt die Augen
S 22 Staub nicht einatmen
S 24 Berührung mit der Haut vermeiden

tert.-Butylchlorid (F)
R 11 Leichtentzündlich
S 16 Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen
S 29 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen

Durchführung:
19 ml (14,8 g; 0,2 mol) tert-Butylalkohol (tert-Butanol, Sdp. 83 ^oC, Schmp. 25 ^oC) werden mit 49,4 ml (0,60 mol) konz. Salzsäure bei Raumtemperatur versetzt und 20 Minuten bei dieser Temperatur gerührt. Die organische Phase wird dreimal mit 5 ml ges. Natrium-hydrogencarbonat-Lösung und 3 mal mit 5 ml Wasser gewaschen und mit Calciumchlorid getrocknet. Das Trockenmittel wird abfiltriert und der Rückstand fraktioniert. Man erhält farbloses tert-Butylchlorid (Sdp. 48-50 ^oC

Der Versuch kann als **Schülerversuch** im **Abzug** mit **Schutzbrille** und **Schutzhandschuhen** durchgeführt werden.
Beim Schütteln im Scheidetrichter entsteht ein Überdruck! Mehrmals belüften!
Entsorgung: Behälter Organische Lösemittel
Ersatzstoffe: tert.-Butylchlorid ist in der Schule nur auf diesem Weg herstellbar!

Schutzmaßnahmen als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung

RiSU I – 3.4				**geschlossenes**		**Lüftungsmaßnahmen**	IV

Datum: ________________ Unterschrift: __________________________

III –2.4.4 Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung – Allgemeiner Teil

Schule/Fachbereich/Raum:..

überprüft von:... am:...........................

Unterschrift:...

Bemerkungen:...

....

Wiedervorlage:...........................

Nr.	Gefährdungsbeurteilungen - Sicherheitsmaßnahmen	Fundstelle	ja	nein	Bemer-kungen
1.	**Fluchtwege**				
1.1	Sind in Räumen mit erhöhter Brandgefahr (z.B. Chemie-/Technikraum) zwei günstig gelegene und voneinander unabhängige Ausgänge vorhanden? Als zweiter Ausgang ist auch der Ausstieg aus einem entsprechend gekennzeichneten und gestalteten Fenster zulässig, wenn dieser eine sichere Fluchtmöglichkeit bietet.	III – 4.1			
1.2	Öffnen Türen in Fluchtrichtung?	III – 4.1			
1.3	Sind die Türen von innen jederzeit ohne Hilfsmittel zu öffnen?	III – 4.1			
2.	**Brandschutz**				
2.1	Sind entsprechend der Brandgefahr des jeweiligen Raumes Geräte zur Brandbekämpfung vorhanden?	I – 1.4			
2.2	Werden die Feuerlöscher alle 2 Jahre überprüft?	I – 1.4			
2.3	Besteht für den Brandfall ein Rettungsplan? Sind Fluchtwege gekennzeichnet? Sind Notausgänge gekennzeichnet?	I – 1.4			

3.	**Erste Hilfe**				
3.1	Stehen voll ausgestattete Verbandkästen in Bereichen mit erhöhter Gefährdung griffbereit zur Verfügung?	I – 1.4			
3.2	Ist sichergestellt, dass über Telefon jederzeit ein Notruf nach außen gelangen kann?	I – 1.2			
3.3	Sind Hinweise zur Ersten Hilfe angebracht z.B. Plakat, Notrufnummer?	I – 1.3 II – 2.1			
4.	**Hygiene**				
4.1	Sind Waschbecken mit Seifenspender und Einmalhandtüchern vorhanden?	I – 3.10			
4.2	Werden Verhaltensregeln des Arbeitsschutzes und der Arbeitshygiene bei der regelmäßigen Unterweisung vermittelt und sind Inhalt der Betriebsanweisung?	I – 3.16			
4.3	Wird im Arbeitsbereich weder gegessen noch getrunken, geschminkt, geraucht oder geschnupft?	I – 3.10			
5.	**Elektrische Anlagen**				
5.1	Ist eine Not-Aus-Einrichtung vorhanden?	II – 1.8 III – 4.1			
5.2	Wird die Funktion des Not-Aus-Schalters regelmäßig durch Auslösen geprüft (Prüffrist 6 Monate)?	III – 4.1			
5.3	Ist ein zentraler Schalter für die Stromkreise an die Experimentierstände vorhanden und gegen unbefugtes Einschalten gesichert?	III – 4.1			
5.4	Ist ein RCD d.h. Fehlerstrom-Schutzschalter mit $I_{\Delta N} \leq 30$ mA vorhanden?	III – 4.1			
5.5	Wird die Funktion des Fehlerstrom-Schutzschalters regelmäßig durch Auslösen geprüft (Prüffrist 6 Monate)?	III – 4.1			

6.	**Gasinstallation in Fachräumen der Naturwissenschaften und Technik**				
6.1	Ist eine zentrale Absperreinrichtung für die Gasanlage vorhanden, leicht erreichbar und gegen unbefugtes Öffnen gesichert?	I - 5.2			
6.2	Ist eine Zwischenabsperreinrichtung und ggf. Gasmangelsicherung zu den Schülerexperimentiertischen vorhanden?	I – 5.2			
6.3	Wird der DIN-DVGW-geprüfte Gasschlauch benutzt?	I – 5.2			
6.4	Sind Gasschläuche auf Porosität und die Enden auf Aufweitung geprüft (Sichtprüfung) und ggf. abgeschnitten?	I – 5.2			
6.5	Werden je Raum weniger als 14 kg brennbare Flüssiggase bereitgestellt?	I – 5.3			
6.6	Wird die Prüfung der ortsfesten Flüssiggasanlage durch einen Sachkundigen (z.B. Gasinstallateur) auf Dichtheit, ordnungsgemäße Beschaffenheit, Funktion und Aufstellung veranlasst (Prüffrist 4 Jahre; Prüfbescheinigung)?	I – 5.3			
6.7	Wird die Prüfung der Erdgasanlage veranlasst (Prüffrist 10 Jahre; Prüfbescheinigung	I – 5.2			
6.8	Werden Gaskartuschen sachgemäß aufbewahrt?	I – 5.4			
7.	**Umgang mit Druckgasflaschen**				
7.1	Werden Druckgasflaschen sachgemäß aufbewahrt?	I – 5.1			
7.2	Ist der Raum mit dem Warnzeichen W 19 „Warnung vor Gasflaschen“ gekennzeichnet?	I – 5.1			
7.3	Sind im Lageplan die Standorte der Druckgasflaschen angegeben?	I – 1.4			

III – 2.4.5 Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit chemischen Arbeitsstoffen

Schule/Fachbereich/Raum:...

überprüft von:... am:...........................

Unterschrift:...

Bemerkungen:..

....

Wiedervorlage:...........................

Nr.	Gefährdungsbeurteilungen – Sicherheitsmaßnahmen	Fund-stelle	ja	nein	Bemer-kungen
1.	**Gefährdungsbeurteilung**				
1.1	Ist eine Gefährdungsbeurteilung vorgenommen worden, bevor eine Tätigkeit mit chemischen Arbeitsstoffen aufgenommen wurde?	I – 3.2			
1.2	Ist eine erneute Gefährdungsbeurteilung vorgenommen worden, nachdem sich maßgebliche Änderungen (z.B. Änderung des Gefährlichkeitsmerkmals) ergeben hat?	I – 3.2			
1.3	Ist ermittelt worden, ob Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durch geführt werden oder ob Gefahrstoffe bei Tätigkeiten entstehen oder freigesetzt werden können?	I – 3.2			
2.	**Arbeits-/ Gefahrstoffe**				
2.1	Werden nur vom Schulleiter oder dessen Beauftragten vorgesehene Arbeits-/ Gefahrstoffe verwendet?	I – 3.2			
2.2	Wird die Menge der Arbeits-/ Gefahrstoffe am Arbeitsplatz auf die für die betreffende Tätigkeit erforderliche Menge begrenzt?	I – 3.12			
2.3	Werden überflüssige Chemikalien sachgerecht entsorgt?	I - 3.13			
2.4	Wird die Anzahl der Beschäftigten (Lehrer, Schüler), die Arbeits-/ Gefahrstoffen ausgesetzt sind, begrenzt, um die Exposition auf ein Minimum zu reduzieren?	I – 3.4.1			

3.	**Informationsermittlung**				
3.1	Wird ein Verzeichnis der Gefahrstoffe, mit denen in der Schule umgegangen wird, geführt?	I – 3.2.3			
3.2	Liegen Sicherheitsdatenblätter (z.B. auf CD-ROM) nach § 5 GefStoffV vor und sind sie den Lehrern zugänglich?	I – 3.2.3 I – 3.16.1			

3.3	Wird geprüft, ob Stoffe oder Zubereitungen mit geringerem gesundheitlichem Risiko eingesetzt werden können?	I – 3.2.4			
3.4	Werden nur in den die in I – 3.5 genannten Ausnahmefällen krebserzeugende, erbgutverändernde oder fruchtschädigende Stoffe im Unterricht eingesetzt?	I – 3.5			
4.	**Substitution**				
4.1	Wird geprüft, ob Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse, mit denen in der Schule Tätigkeiten durchgeführt werden, durch solche mit geringeren gesundheitlichen Eigenschaften ersetzt werden?	I – 3.2.4			
4.2	Werden die in der DGUV Regel 2004 unter der Spalte „Tätigkeitsbeschränkungen“ mit „ESP“ gekennzeichneten Stoffe substituiert?	I – 3.2.4			
4.3	Werden Tätigkeitsbeschränkungen für Schüler beachtet?	I – 3.6			
4.4	Werden Farben und Lacke mit organischen Lösemitteln durch Zubereitungen auf Wasserbasis ersetzt?	I – 3.2.4			
4.5	Werden die Verwendungsverbote beachtet?	I – 3.5			
5.	**Tätigkeiten mit Arbeits-/ Gefahrstoffen**				
5.1	Werden das Verspritzen von Flüssigkeiten und das Freisetzen von Stäuben oder Nebeln durch sachgerechte Arbeitstechniken vermieden?	I – 2.7 II – 2.1			
5.2	Werden Verletzungen (Stiche, Schnitte) durch sachgerechte Arbeitstechniken vermieden?	I – 1.8			
5.3	Wird geeignete persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt?	I – 3.1			
5.4	Trägt der Schulleiter oder dessen Beauftragter dafür Sorge, dass zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung verwendet wird?	I – 2.6			

6.	**Arbeitsplätze, Arbeitsorganisation**				
6.1	Werden Oberflächen von Fußböden, Tischen, Einrichtungen und technischen Arbeitsmitteln (z.B. Maschinen, Gräte) so hinterlassen, dass die Reinigung leicht durchgeführt werden kann?	III – 4.1			
6.2	Gibt es Waschgelegenheit mit fließendem Wasser, Seifenspender und Einmalhandtüchern?	I – 3.10			

6.3	Sorgt der Schulleiter oder dessen Beauftragter dafür, dass Arbeitsplätze regelmäßig aufgeräumt und verschmutzte Arbeitsgeräte gesäubert werden?	III – 4.1			
6.4	Werden Arbeitsbereiche, in denen Arbeitsstoffe gelagert oder verwendet werden, ausreichend belüftet?	I – 3.12 III – 4.1			
6.5	Werden Verschmutzungen durch ausgelaufene oder verschüttete Arbeitsstoffe unverzüglich mit geeigneten Mitteln beseitigt? Sind diese Mittel an bekannter Stelle vorrätig?	I – 3.10			
6.6	Werden Behälter und Verpackungen von Arbeitsstoffen an der Außenseite sauber gehalten?	I – 3.13			
7.	**Aufbewahrung und Lagerung der Arbeits-/ Gefahrstoffe**				
7.1	Werden Arbeits-/ Gefahrstoffe ausschließlich in festgelegten und gekennzeichneten Bereichen (z.B. in Schränken oder in Sammlungsräumen) gelagert?	I – 3.12.2			
7.2	Werden Arbeits-/ Gefahrstoffe in Originalbehältern/ Originalverpackungen gelagert?	I – 3.12.3			
7.3	Werden Arbeits-/ Gefahrstoffe übersichtlich gelagert?	I – 3.12			
7.4	Werden Arbeits-/ Gefahrstoffe nicht in Behältern gelagert, die zu Verwechselungen mit Lebensmitteln führen können?	I – 3.12.4			
7.5	Werden Arbeits-/ Gefahrstoffe niemals in Pausen-, Sanitär-, Sanitäts- oder Klassenräumen aufbewahrt?	I – 3.12.2			
7.6	Werden die giftigen, sehr giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtschädigenden Stoffe unter Verschluss aufbewahrt?	I – 3.12.6			
7.7	Wird der Giftschrankschlüssel nur an Befugte ausgegeben?	I – 3.12.6			
7.8	Werden Stoffe, die gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Rauch abgeben können, in entlüfteten Schränken aufbewahrt?	I – 3.12.8			
7.9	Werden ätzende Gefahrstoffe nicht über Augenhöhe aufbewahrt?	I – 3.12.13			
8.	**Beschriftung und Kennzeichnung von Gebinden und Verpackungen**				
8.1	Sind Beschriftungen und Kennzeichnungen gut erkennbar, leserlich und eindeutig?	I – 3.12.1			
8.2	Stimmen Beschriftungen und Kennzeichnungen mit dem Inhalt der Verpackung überein?	I – 3.12.1			

8.3	Sind keine ungültigen Beschriftungen und Kennzeichnungen vorhanden?	I – 3.12.1			
9.	**Technische Schutzmaßnahmen**				
9.1	Sind lüftungstechnische Anlagen (Abzug, ggf. Raumlüftung, entlüftete Schränke, Abzugshaube) vorhanden und werden sie regelmäßig kontrolliert?	II – 1.3			
9.2	Wird eine regelmäßige Kontrolle der lufttechnischen Funktion durchgeführt?	II – 1.3			
9.3	Sind Schutzscheiben und Splitterkorb vorhanden?	I – 2.7			
10.	**Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten (Lehrer, Schüler)**				
10.1	Werden Beschäftigte vor der Verwendung neuer Arbeits-/ Gefahrstoffe über notwendige Schutz- und Hygienemaßnahmen unterrichtet?	I – 3.16.1			
10.2	Werden Unterweisungen (z.B. anhand der Betriebsanweisungen) regelmäßig (mindestens einmal pro Jahr, für Schüler halbjährlich zu Beginn eines Schulhalbjahres) wiederholt?	I – 3.16.1			
10.3	Werden neue Beschäftigte vor Aufnahme der Tätigkeit umfassend unterrichtet und angeleitet?	I – 3.16.1			
10.4	Sind Betriebsanweisungen und sonstige Informationen (z.B. Maßnahmen für Notfälle und zur Ersten Hilfe) zu den verwendeten Arbeits-/ Gefahrstoffen für alle Beschäftigten einsehbar?	I – 3.16.1			

11.	**Umgangsbeschränkungen und -verbote**				
11.1	Werden die Tätigkeitsbeschränkungen für KMR-Stoffe und Halogenkohlenwasserstoffe in Lehrerexperimenten beachtet?	I – 3.5.1			
11.2	Werden werdende und stillende Mütter sowie Gebärfähige über Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen unterwiesen?	I – 3.7			
11.3	Beachten Schwangere, dass sie KMR-Stoffen nicht ausgesetzt sein dürfen?	I – 3.7			
11.4	Werden die Tätigkeitsbeschränkungen für Gefahrstoffe gemäß I – 3.6 beim Einsatz in Schülerexperimenten beachtet?	I – 3.6			
12.	**Pflichten der Lehrkräfte**				
12.1	Sorgen Lehrkräfte, die mit Arbeits-/ Gefahrstoffen umgehen, für die Gesundheit und Sicherheit Dritter (z.B. Reinigungskräfte, Handwerken) in ihrem Arbeits-	I – 3.4			

	bereich?				
12.2	Werden Schutzvorrichtungen und zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung (z.B. Schutzbrillen, Schutzhandschuhe) bestimmungsgemäß verwendet?	I – 2.6 I – 3.11			
13.	**Schutz vor Gasen, Dämpfen und Nebeln**				
13.1	Wird die Freisetzung von Gasen, Dämpfen und Nebeln soweit wie möglich vermieden?	I – 2.1			
13.2	Werden Behälter mit Arbeits-/ Gefahrstoffen stets geschlossen gehalten und nur zur Entnahme geöffnet?	I – 1.8			
13.3	Wird beim Um- und Abfüllen von Arbeits-/ Gefahrstoffen bei offener Anwendung für ausreichende Belüftung und geeignete Luftführung gesorgt?	III – 4.1			
13.4	Werden Spritzverfahren durch Tauch-, Streich- oder Rollverfahren ersetzt?	II – 3.6			

14.	**Schutz vor Stäuben**				
14.1	Werden staubende Arbeits-/ Gefahrstoffe in geschlossenen Behältern (z.B. Transportbehältern) aufbewahrt und gelagert?	I – 3.12.1			
14.2	Werden Staubablagerungen vermieden bzw. regelmäßig entfernt?	I - 4.2.2			
14.3	Wird bei Reinigungsarbeiten nicht unnötig Staub aufgewirbelt?	I – 4.2.2			
14.4	Wird Staub mit geeigneten Staubsaugern gesaugt oder feucht gewischt und nicht mit Druckluft abgeblasen?	I – 4.2.2			
14.5	Arbeiten die Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Staubentwicklung im Freien mit dem Rücken zum Wind?	II – 3.5.3			
15.	**Entsorgung**				
15.1	Besteht eine Regelung, wie Abfälle behandelt bzw. beseitigt werden?	I – 3.13			
15.2	Sind in den betroffenen Fachräumen geeignete Sammelbehälter für Chemikalienreste und –abfälle eingerichtet?	I – 3.13			
16.	**Reinigungs-/ Wartungs-/ Reparaturpersonal**				
16.1	Sind die Fachräume in einem solchen Zustand, dass das genannte Personal gefahrlos seine Arbeit verrichten kann?	I – 3.16.2			
16.2	Ist dieses Personal in der Sprache der Beschäftigten über die in der Schule bestehenden Gefährdungen und über entsprechende Schutzmaßnahmen unterwiesen?	I – 3.16.2			

III – 2.5 Tabellen zur Kennzeichnung

III – 2.5.1 Gefahrensymbole – Gefahrenkennzeichnung

Gefährlichkeits-merkmal[54]	Gefahrensymbol	Gefahrenkenn-zeichnung	Kennbuch-stabe	Einstufungskriterien wichtige R-Sätze
1	*2*	*3*	*4*	*5*
a) sehr giftig		sehr giftig	**T+** mit R 26 R 27 R 28 R 39	Einstufung der akuten bzw. chronischen Toxizität Letale Dosis (Ratte): LD_{50} oral: ≤ 25 mg/kg Körpergewicht LD_{50} dermal: ≤ 50 mg/kg Körpergewicht LC_{50} inhalativ: ≤ 0,5 mg/l Luft (in 4 h) R 28 Sehr giftig beim Verschlucken R 27 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut R 26 Sehr giftig beim Einatmen R 39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens
b) giftig		giftig	**T** mit R 23 R 24 R 25 R 39 R 48	Einstufung der akuten bzw. chronischen Toxizität Letale Dosis (Ratte): LD_{50} oral: 25 bis 200 mg/kg Körpergewicht LD_{50} dermal: 50 bis 400 mg/kg Körpergewicht LC_{50} inhalativ: 0,5 bis 2 mg/l Luft (in 4 h) R 25 Giftig beim Verschlucken R 24 Giftig bei Berührung mit der Haut R 23 Giftig beim Einatmen R 39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens R 48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition
c) gesundheits-schädlich		gesundheits-schädlich	**Xn** mit R 20 R 21 R 22 R 42 R 48	Gesundheitsschäden geringeren Ausmaßes Letale Dosis (Ratte): LD_{50} oral: 200 - 2000 mg/kg Körperge-wicht LD_{50} dermal: 400 - 2000 mg/kg Körperge-wicht LC_{50}inhalativ: 2 - 20 mg/l Luft (in 4 h) R 22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken R 21 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut R 20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen R 48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition
d) ätzend		ätzend	**C** mit R 34 R 35	Gewebe bzw. Materialien werden angegriffen. R 35 Verursacht schwere Verätzungen Zerstörung der Haut bei Einwirkzeit von 3 Minuten R 34 Verursacht Verätzungen Zerstörung der Haut bei Einwirkzeit von 4 Stunden
e) reizend		reizend	**Xi** mit R 36 R 37 R 38 R 41	Entzündung der Haut, Schädigung der Augen, Reizung der Atemwege R 38 Reizt die Haut R 36 Reizt die Augen R 41 Gefahr ernster Augenschäden R 37 Reizt die Atmungsorgane

---

54 Gefährlichkeitsmerkmale nach § 3a Chemikaliengesetz und § 4 GefStoffV. Das Gefährlichkeitsmerkmal in Spalte 1 ist nicht in jedem Fall identisch mit der Gefahrenbezeichnung für die Kennzeichnung, die nach den Maßgaben der Spalten 2 bis 4 erfolgt. Gefährlich ist ein Stoff oder eine Zubereitung mit einem oder mehreren der genannten Merkmale.
Die Texte der wichtigsten R-Sätze sind in Spalte 5 angegeben. Weitere R-Satz-Texte sowie die S-Sätze finden sich unter Teil III – 2.5.2 und 2.5.3.

Gefährlichkeits-merkmal[54]	Gefahrensymbol	Gefahrenkenn-zeichnung	Kennbuch-stabe	Einstufungskriterien wichtige R-Sätze
1	*2*	*3*	*4*	*5*
f) sensibilisierend		gesundheits-schädlich	**Xn** mit R 42 **Xi** mit R 43	R 42 Sensibilisierung durch Einatmen möglich R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
g) explosionsgefährlich		explosionsge-fährlich	**E** mit R 2 R 3	R 2 Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen explosionsgefährlich R 3 Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen besonders explosionsgefährlich ggf. weitere R-Sätze wie R 1 in trockenem Zustand explosionsgefährlich (Pikrinsäure) R 19 Kann explosionsfähige Peroxide bilden
h) brandfördernd		brandfördernd	**O** mit R 7 R 8 R 9	R 7 Kann Brand verursachen R 8 Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen R 9 Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren Stoffen
i) hoch-entzündlich		hochent-zündlich	**F+** mit R 12	R 12 Hochentzündlich Flüssigkeiten mit Flammpunkt < 0 °C, Siedepunkt ≤ 35 °C gasförmige Stoffe und Zubereitungen entzündlich bei normaler Temperatur und normalem Druck bei Luftkontakt
j) leichtentzündlich		leichtent-zündlich	**F** mit R 11 R 15 R 17	R 11 Leichtentzündlich Flüssigkeiten mit Flammpunkt < 21 °C, die nicht hochentzündlich sind Feste Stoffe und Zubereitungen, die durch kurzzeitige Einwirkung einer Zündquelle leicht entzündet werden können und nach deren Entfernung weiterbrennen oder weiterglimmen können R 15 Reagiert mit Wasser unter Bildung leichtentzündlicher Gase R 17 Selbstentzündlich an der Luft
k) entzündlich	——	——	R 10	R 10 Entzündlich Flüssigkeiten mit Flammpunkt ≥ 21 °C bis ≤ 55 °C
l) krebs-erzeugend		giftig	**T** mit R 45 R 49	Kategorie 1: Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken Kategorie 2: Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten Besteht die Gefahr einer krebserzeugenden Wirkung nur beim Einatmen, dann steht R 49 statt R 45 R 45 kann Krebs erzeugen R 49 kann Krebs erzeugen beim Einatmen

Gefährlichkeits-merkmal[54]	Gefahrensymbol	Gefahrenkenn-zeichnung	Kennbuch-stabe	Einstufungskriterien wichtige R-Sätze
1	*2*	*3*	*4*	*5*
		gesundheits-schädlich	**Xn** mit R 40	Kategorie 3: Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben, über die jedoch nicht genügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen, um einen Stoff in Kategorie 2 einzustufen. R 40 Verdacht auf krebserzeugende Wirkung
m) erbgutverändernd		giftig	**T** mit R 46	Kategorie 1: Stoffe, die auf den Menschen bekanntermaßen erbgutverändernd wirken. Kategorie 2: Stoffe, die als erbgutverändernd für den Menschen angesehen werden sollten. R 46 kann vererbbare Schäden verursachen
		gesundheits-schädlich	**Xn** mit R 68	Kategorie 3: Stoffe, die wegen möglicher erbgutverändernder Wirkung auf den Menschen zu Besorgnis Anlass geben R 68 irreversibler Schaden möglich
n) fortpflanzungs-gefährdend (reproduktions-toxisch)		giftig gesundheits-schädlich	**T** mit R 60 R 61 **Xn** mit R 62 R 63	Kategorie 1: Stoffe, die beim Menschen die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) bekanntermaßen beeinträchtigen. Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) wirken. Kategorie 2: Stoffe, die als beeinträchtigend für die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen angesehen werden sollten. Stoffe, die als fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) für den Menschen angesehen werden sollten. R 60 kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen R 61 kann das Kind im Mutterleib schädigen Kategorie 3: Stoffe, die wegen möglicher Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen zu Besorgnis Anlass geben. Stoffe, die wegen möglicher fruchtschädigender (entwicklungsschädigender) Wirkung beim Menschen zu Besorgnis Anlass geben. R 62 kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen R 63 kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen

o) umweltgefährlich		umwelt-gefährlich	**N** mit R 50 R 51 R 52 R 53 R 54 R 55 R 56 R 57 R 58 R 59	Stoffe werden als gefährlich für die Umwelt eingestuft für Gewässer nach: R 50 Sehr giftig für Wasserorganismen bei 96 h LC_{50} (Fisch) ≤ 1mg/l 48 h EC_{50} (Daphnia) ≤ 1mg/l 72 h IC_{50} (Alge) ≤ 1mg/ R 51 Giftig für Wasserorganismen bei 96 h LC_{50} (Fisch) ≤ 10mg/l 48 h EC_{50} (Daphnia) ≤ 10mg/l 72 h IC_{50} (Alge) ≤ 10mg/l R 52 Schädlich für Wasserorganismen bei 96 h LC_{50} (Fisch) ≤ 100mg/l 48 h EC_{50} (Daphnia) ≤ 100mg/l 72 h IC_{50} (Alge) ≤ 100mg/l R 53 kann in Gewässern langfristig schädliche Wirkungen haben für nicht-aquatische Umwelt nach ???? R 54 giftig für Pflanzen R 55 giftig für Tiere R 56 giftig für Bodenorganismen R 57 giftig für Bienen R 58 kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben R 59 gefährlich für die Ozonschicht

III –2.5.2 Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze)

R-Satz – Nr.	Hinweise auf die besonderen Gefahren – R-Sätze
R 1	In trockenem Zustand explosionsgefährlich
R 2	Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen explosionsgefährlich
R 3	Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen besonders explosionsgefährlich
R 4	Bildet hochempfindliche explosionsgefährliche Metallverbindungen
R 5	Beim Erwärmen explosionsfähig
R 6	Mit und ohne Luft explosionsfähig
R 7	Kann Brand verursachen
R 8	Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen
R 9	Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren Stoffen
R 10	Entzündlich
R 11	Leichtentzündlich
R 12	Hochentzündlich
R 14	Reagiert heftig mit Wasser
R 15	Reagiert mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase
R 16	Explosionsgefährlich in Mischung mit brandfördernden Stoffen
R 17	Selbstentzündlich an der Luft
R 18	Bei Gebrauch Bildung explosionsfähiger/leichtentzündlicher Dampf-Luftgemische möglich
R 19	Kann explosionsfähige Peroxide bilden
R 20	Gesundheitsschädlich beim Einatmen
R 21	Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut
R 22	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken
R 23	Giftig beim Einatmen

R-Satz – Nr.	Hinweise auf die besonderen Gefahren – R-Sätze
R 24	Giftig bei Berührung mit der Haut
R 25	Giftig beim Verschlucken
R 26	Sehr giftig beim Einatmen
R 27	Sehr giftig bei Berührung mit der Haut
R 28	Sehr giftig beim Verschlucken
R 29	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase
R 30	Kann bei Gebrauch leicht entzündlich werden
R 31	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase
R 32	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase
R 33	Gefahr kumulativer Wirkung
R 34	Verursacht Verätzungen
R 35	Verursacht schwere Verätzungen
R 36	Reizt die Augen
R 37	Reizt die Atmungsorgane
R 38	Reizt die Haut
R 39	Ernste Gefahr irreversiblen Schadens
R 40	Verdacht auf krebserzeugende Wirkung[55]
R 41	Gefahr ernster Augenschäden
R 42	Sensibilisierung durch Einatmen möglich
R 43	Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
R 44	Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss
R 45	Kann Krebs erzeugen
R 46	Kann vererbbare Schäden verursachen
R 48	Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition
R 49	Kann Krebs erzeugen beim Einatmen
R 50	Sehr giftig für Wasserorganismen
R 51	Giftig für Wasserorganismen
R 52	Schädlich für Wasserorganismen
R 53	Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
R 54	Giftig für Pflanzen
R 55	Giftig für Tiere
R 56	Giftig für Bodenorganismen
R 57	Giftig für Bienen
R 58	Kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben
R 59	Gefährlich für die Ozonschicht
R 60	Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
R 61	Kann das Kind im Mutterleib schädigen
R 62	Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
R 63	Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen
R 64	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen
R 65	Gesundheitsschädlich: Kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen
R 66	Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen
R 67	Dämpfe können Schläfrigkeit oder Benommenheit verursachen
R 68	Irreversibler Schaden möglich[56]

Kombination der R-Sätze

[55] „Verdacht auf krebserzeugende Wirkung“, R-Satz allein für krebserzeugend Kat. 3
[56] Neu für Mutagene Kategorie 3

R-Satz – Nr.	Hinweise auf die besonderen Gefahren – R-Sätze
R 14/15	Reagiert heftig mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase
R 15/29	Reagiert mit Wasser unter Bildung giftiger und hochentzündlicher Gase
R 20/21	Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 20/22	Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken
R 20/21/22	Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut
R 21/22	Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken
R 23/24	Giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 23/25	Giftig beim Einatmen und beim Verschlucken
R 23/24/25	Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut
R 24/25	Giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken
R 26/27	Sehr giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 26/28	Sehr giftig beim Einatmen und Verschlucken
R 26/27/28	Sehr giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut
R 27/28	Sehr giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken
R 36/37	Reizt die Augen und die Atmungsorgane
R 36/38	Reizt die Augen und die Haut
R 36/37/38	Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut
R 39/23	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen
R 39/24	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut
R 39/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken
R 39/23/24	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 39/23/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken
R 39/24/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 39/23/24/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 39/26	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen
R 39/27	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut
R 39/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken
R 39/26/27	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 39/26/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken
R 39/27/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 39/26/27/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 42/43	Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich
R 48/20	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen
R 48/21	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut
R 48/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken
R 48/20/21	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut

R-Satz – Nr.	Hinweise auf die besonderen Gefahren – R-Sätze
R 48/20/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken
R 48/21/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 48/20/21/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 48/23	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen
R 48/24	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut
R 48/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken
R 48/23/24	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut
R 48/23/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken
R 48/24/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 48/23/24/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 50/53	Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
R 51/53	Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
R 52/53	Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
R 68/20	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen
R 68/21	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut
R 68/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Verschlucken
R 68/20/21	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 68/20/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken
R 68/21/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 68/20/21/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken

III – 2.5.3 Sicherheitsratschläge (S-Sätze)

S-Satz – Nr.	Sicherheitsratschläge – S-Sätze
S 1	Unter Verschluss aufbewahren
S 2	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen
S 3	Kühl aufbewahren
S 4	Von Wohnplätzen fernhalten

S-Satz – Nr.	Sicherheitsratschläge – S-Sätze
S 5	Unter …….. aufbewahren (geeignete Flüssigkeit vom Hersteller anzugeben) S 5.1 unter Wasser aufbewahren S 5.2 unter Petroleum aufbewahren S 5.3 unter Paraffinöl aufbewahren
S 6	Unter …….. aufbewahren (inertes Gas vom Hersteller anzugeben) S 6.1 unter Stickstoff aufbewahren S 6.2 unter Argon aufbewahren S 6.3 unter Kohlenstoffdioxid aufbewahren
S 7	Behälter dicht geschlossen halten
S 8	Behälter trocken halten
S 9	Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren
S 12	Behälter nicht gasdicht verschließen
S 13	Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten
S 14	Von ……. fernhalten (inkompatible Substanzen sind vom Hersteller anzugeben) S 14.1 Von Reduktionsmitteln, Schwermetallverbindungen, Säuren und Alkalien S 14.2 Von oxidierenden und sauren Stoffen sowie Schwermetallverbindungen S 14.3 Von Eisen fernhalten S 14.4 Von Wasser und Laugen fernhalten S 14.5 Von Säuren fernhalten S 14.6 Von Laugen fernhalten S 14.7 Von Metallen fernhalten S 14.8 Von oxidierenden und sauren Stoffen fernhalten S 14.9 Von brennbaren organischen Substanzen fernhalten S 14.10 Von Säuren, Reduktionsmitteln und brennbaren Materialien fernhalten S 14.11 Von brennbaren Stoffen fernhalten
S 15	Vor Hitze schützen
S 16	Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen
S 17	Von brennbaren Stoffen fernhalten
S 18	Behälter mit Vorsicht öffnen und handhaben
S 20	Bei der Arbeit nicht essen und trinken
S 21	Bei der Arbeit nicht rauchen
S 22	Staub nicht einatmen
S 23	Gas/Rauch/Dampf/Aerosol nicht einatmen (geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben) S 23.1 Gas nicht einatmen S 23.2 Dampf nicht einatmen S 23.3 Aerosol nicht einatmen S 23.4 Rauch nicht einatmen S 23.5 Dampf/Aerosol nicht einatmen
S 24	Berührung mit der Haut vermeiden
S 25	Berührung mit den Augen vermeiden
S 26	Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren

S-Satz – Nr.	Sicherheitsratschläge – S-Sätze
S 27	Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen
S 28	Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel ...... (vom Hersteller anzugeben) S 28.1 Wasser S 28.2 Wasser und Seife S 28.3 Wasser und Seife, möglichst auch mit Polyethylenglycol 400 S 28.4 Polyethylenglycol 300 und Ethanol (2:1) und anschließend mit viel Wasser und Seife S 28.5 Polyethylenglycol 400 S 28.6 Polyethylenglycol 400 und anschließend Reinigung mit viel Wasser S 28.7 Wasser und saure Seife
S 29	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen
S 30	Niemals Wasser hinzugießen
S 33	Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen
S 35	Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden S 35.1 Abfälle und Behälter müssen durch Behandeln mit 2 %iger Natronlauge beseitigt werden
S 36	Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen
S 37	Geeignete Schutzhandschuhe tragen
S 38	Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen
S 39	Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
S 40	Fußboden und verunreinigte Gegenstände mit ...... reinigen (Material vom Hersteller anzugeben) S 40.1 viel Wasser
S 41	Explosions- und Brandgase nicht einatmen
S 42	Bei Räuchern/Versprühen geeignetes Atemschutzgerät anlegen und (geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben)
S 43	Zum Löschen ....(vom Hersteller anzugeben) verwenden (wenn Wasser die Gefahr erhöht, anfügen: „Kein Wasser verwenden“) S 43.1 Wasser S 43.2 Wasser oder Pulverlöschmittel S 43.3 Pulverlöschmittel, kein Wasser S 43.4 Kohlenstoffdioxid, kein Wasser S 43.6 Sand, kein Wasser S 43.7 Metallbrandpulver, kein Wasser S 43.8 Sand, Kohlenstoffdioxid oder Pulverlöschmittel, kein Wasser
S 45	Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)
S 46	Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen
S 47	Nicht bei Temperaturen über ..... °C aufbewahren (vom Hersteller anzugeben)
S 48	Feucht halten mit ..... (geeignetes Mittel vom Hersteller anzugeben) S 48.1 Wasser
S 49	Nur im Originalbehälter aufbewahren

S-Satz – Nr.	Sicherheitsratschläge – S-Sätze
S 50	Nicht mischen mit ..... (vom Hersteller anzugeben) S 50.1 Säuren S 50.2 Laugen S 50.3 Starken Säuren, starken Basen, Buntmetallen und deren Salzen
S 51	Nur in gut gelüfteten Bereichen verwenden
S 52	Nicht großflächig für Wohn- und Aufenthaltsräume zu verwenden
S 53	Exposition vermeiden – vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen
S 56	Diesen Stoff und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen
S 57	Zur Vermeidung einer Kontamination der Umwelt geeigneten Behälter verwenden
S 59	Information zur Wiederverwendung/Wiederverwertung beim Hersteller/Lieferanten erfragen
S 60	Dieser Stoff und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen
S 61	Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen/Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen
S 62	Bei Verschlucken kein Erbrechen herbeiführen. Sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder dieses Etikett vorzeigen.
S 63	Bei Unfall durch Einatmen: Verunfallten an die frische Luft bringen und ruhig stellen
S 64	Bei Verschlucken Mund mit Wasser ausspülen (nur wenn Verunfallter bei Bewusstsein ist)

Kombination der S-Sätze

S-Satz – Nr.	Sicherheitsratschläge – S-Sätze
S 1/2	Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren
S 3/7	Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen Ort aufbewahren
S 3/9/14	An einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ..... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben) S 3/9/14.1 Reduktionsmitteln, Schwermetallverbindungen, Säuren und Alkalien S 3/9/14.2 oxidierenden und sauren Stoffen sowie Schwermetallverbindungen S 3/9/14.3 Eisen S 3/9/14.4 Wasser und Laugen S 3/9/14.5 Säuren S 3/9/14.6 Laugen S 3/9/14.7 Metallen S 3/9/14.8 oxidierenden und sauren Stoffen

S 3/9/14/49	Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ..... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben) S 3/9/14.1/49 Reduktionsmitteln, Schwermetallverbindungen, Säuren und Alkalien S 3/9/14.2/49 oxidierenden und sauren Stoffen sowie Schwermetallverbindungen S 3/9/14.3/49 Eisen S 3/9/14.4/49 Wasser und Laugen S 3/9/14.5/49 Säuren S 3/9/14.6/49 Laugen S 3/9/14.7/49 Metallen S 3/9/14.8/49 oxidierenden und sauren Stoffen
S 3/9/49	Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren
S 3/14	An einem kühlen, von ..... entfernten Ort aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben) S 3/14.1 Reduktionsmitteln, Schwermetallverbindungen, Säuren und Alkalien S 3/14.2 Oxidierenden und sauren Stoffen sowie Schwermetallverbindungen S 3/14.3 Eisen S 3/14.4 Wasser und Laugen S 3/14.5 Säuren S 3/14.6 Laugen S 3/14.7 Metallen S 3/14.8 oxidierenden und sauren Stoffen
S 7/8	Behälter trocken und dicht geschlossen halten
S 7/9	Behälter dicht geschlossen an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren
S 7/47	Behälter dicht geschlossen und nicht bei Temperaturen über .... °C aufbewahren
S 20/21	Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen
S 24/25	Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden
S 27/28	Berührung mit der Haut vermeiden beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen und Haut sofort abwaschen und mit viel.... (vom Hersteller anzugeben)
S 29/35	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden
S 29/56	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; diesen Stoff und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen
S 36/37	Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen
S 36/37/39	Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe, Schutzkleidung und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
S 36/39	Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
S 37/39	Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
S 47/49	Nur im Originalbehälter bei einer Temperatur von nicht über .....°C (vom Hersteller anzugeben) aufbewahren

III-2.5.4 Kennzeichnung nach GHS

GHS steht für „**G**lobally **H**armonized **S**ystem of Classification and Labelling of Chemicals“ .

Das unmittelbare Ziel von GHS ist die internationale Harmonisierung bestehender Einstufungs- und Kennzeichnungssysteme aus unterschiedlichen Sektoren wie Transport, Verbraucher-, Arbeitnehmer- und Umweltschutz. GHS setzt damit Maßstäbe für die Bewertung der von Chemikalien ausgehenden Gefahren (Einstufung) und schafft eine gemeinsame Basis, wie die ermittelten Gefahren zu kommunizieren sind (Kennzeichnung, Sicherheitsdatenblatt).

Da die Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen noch nach der alten Einstufung/Kennzeichnung, siehe Teil III 6.1 – 6.3, getroffen werden, müssen die im Schulbereich vorhandenen Chemikalien nicht nachgekennzeichnet werden. Entweder ist eine Kennzeichnung nach Teil III 6.1 – 6.3 vorhanden oder bei neuen Gebinden nach GHS abgebildet. Für die Schutzmaßnahmen stehen im Sicherheitsdatenblatt oder der DGUV Regel 2004 noch die alten Einstufungen/Kennzeichnungen.

Die Umstellung der Einstufung und Kennzeichnung auf GHS ist Teil der neuen europäischen Chemikalienpolitik. Das System der Einstufung und Kennzeichnung nach den Richtlinien 67/548/EWG (Stoffrichtlinie) und 1999/45/EG (Zubereitungsrichtlinie)
wird schrittweise durch die Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 abgelöst.
Diese Verordnung – auch GHS- oder **CLP-Verordnung** (**C**lassification, **L**abelling and **P**acking) genannt – ist am 20. Januar 2009 in Kraft getreten. Die Umsetzung hat Übergangsfristen für reine Stoffe bis zum 01.12.2010 und für Gemische bis zum 01.06.2015.

Die Kennzeichnung soll Personen, die mit einem Stoff oder einer Zubereitung umgehen, Hinweise auf die damit verbundenen Gefahren geben. Die Auswahl der Kennzeichnungselemente richtet sich in erster Linie nach den Einstufungsergebnissen.
Im Falle einer harmonisierten Einstufung wird auch die Kennzeichnung festgelegt. Bei vom Lieferanten selbst eingestuften Gefahren sind die zu verwendenden Kennzeichnungselemente in den Abschnitten zu den einzelnen Gefahrenklassen in den Teilen 2 bis 5 des Anhang I der CLP-Verordnung angegeben. Auch Gemische, die in keine Gefahrenklasse eingestuft sind, können kennzeichnungspflichtig sein. Hier sind die Regeln in Anhang II Teil 2 der CLP-Verordnung maßgeblich, die aus der Zubereitungsrichtlinie übernommen wurden.

Im Folgenden werden wesentliche Kennzeichnungselemente der CLP-Verordnung vorgestellt und kurz erläutert.

III-2.5.4.1 Gefahrenpiktogramm

Die Gefahrenpiktogramme finden Sie in den folgenden Tabellen.

III-2.5.4.2 Gefahreneinstufung

GHS stuft die Gefährlichkeitsmerkmale in Gefahrenklassen und Gefahrenkategorien ein.

III-2.5.4.3 Signalwörter

Signalwörter sind neue, GHS-spezifische Kennzeichnungselemente. Sie geben Auskunft über den relativen Gefährdungsgrad, der einem Stoff oder Gemisch innewohnt und machen Personen, die mit dem Stoff oder Gemisch umgehen, auf eine potentielle Gefahr aufmerksam. Es gibt zwei Signalwörter:

GEFAHR   für die schwerwiegenden Gefahrenkategorien

ACHTUNG für die weniger schwerwiegenden Gefahrenkategorien

Für den Fall, dass der Stoff bzw. das Gemisch in mehrere Gefahrenklassen oder Differenzierungen eingestuft ist, die beide Signalwörter nach sich ziehen, ist bei der Kennzeichnung lediglich „GEFAHR“ anzugeben.

III-2.5.4.4 Gefahrenhinweise

Ein Gefahrenhinweis ist ein standardisierter Textbaustein, der die Art und gegebenenfalls den Schweregrad der Gefährdung beschreibt. Gefahrenhinweise sind mit den R-Sätzen nach Stoff- und Zubereitungsrichtlinie vergleichbar. Die CLP-Verordnung greift die Kleinmengenregelung von Stoff- und Zubereitungsrichtlinie auf. Danach müssen die Gefahrenhinweise im Falle bestimmter Einstufungen nicht angegeben werden, wenn die Verpackung des Stoffes oder des Gemisches 125 ml nicht überschreitet. Ansonsten sieht die CLP-Verordnung vor, dass alle im Zuge der Einstufung zugeordneten Gefahrenhinweise auf dem Kennzeichnungsschild anzugeben sind, es sei denn, es liegt eine eindeutige Doppelung oder Redundanz vor.

Kodierung der Gefahrenhinweise

Das GHS verwendet für die Gefahrenhinweise folgendes Kodierungssystem:

H 3 01

H steht für Gefahrenhinweis (**H**azard Statement)

3 Gruppierung 2 = Physikalische Gefahren
3 = Gesundheitsgefahren
4 = Umweltgefahren

01 laufende Nummer

III-2.5.4.5 Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweise beschreiben in standardisierter Form die empfohlenen Maßnahmen zur Begrenzung oder Vermeidung schädlicher Wirkungen aufgrund der Exposition gegenüber einem Stoff oder Gemisch bei seiner Verwendung. Somit sind Sicherheitshinweise mit den S-Sätzen nach Stoff- und Zubereitungsrichtlinie vergleichbar.

Auch in Bezug auf die Sicherheitshinweise bleibt die Kleinmengenregelung erhalten. Danach kann die Angabe der Sicherheitshinweise bei bestimmten Einstufungen entfallen, wenn die Verpackung des Stoffes oder des Gemisches 125 ml nicht überschreitet.

Das GHS verwendet für die Sicherheitshinweise folgendes Kodierungssystem:

P 1 02

P steht für Sicherheitshinweis (**P**recautionary Statement)

1 Gruppierung
1 = Allgemein
2 = Vorsorgemaßnahmen
3 = Empfehlungen
4 = Lagerhinweise
5 = Entsorgung

02 laufende Nummer

III-2.5.4.6 Kennzeichnungstabellen

Physikalisch-Chemische Gefahren

Gefahrenpiktogramme	Gefahrenklasse	Gefahrenkategorie/ Einstufung	Signal-wort	Gefahren-hinweis
	Explosive Stoffe/ Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoff	Instabil, explosiv	Gefahr	H200
		Unterklasse 1.1	Gefahr	H201
		Unterklasse 1.2	Gefahr	H202
		Unterklasse 1.3	Gefahr	H203
		Unterklasse 1.4	Achtung	H204
	Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische	Typ A	Gefahr	H240
	Organische Peroxide	Typ A	Gefahr	H240
	Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische	Typ B	Gefahr	H241
	Organische Peroxide	Typ B	Gefahr	H241
	Entzündbare Gase	Kategorie 1	Gefahr	H220
	Entzündbare Aerosole	Kategorie 1	Gefahr	H222
		Kategorie 2	Achtung	H223
	Entzündbare Flüssigkeiten	Kategorie 1	Gefahr	H224
		Kategorie 2	Gefahr	H225
		Kategorie 3	Achtung	H226
	Entzündbare Feststoffe	Kategorie 1	Gefahr	H228
		Kategorie 2	Achtung	H228
	Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische	Typen C&D	Gefahr	H242
		Typen E&F	Achtung	H242
	Pyrophore Flüssigkeiten	Kategorie 1	Gefahr	H250
	Pyrophore Feststoffe	Kategorie 1	Gefahr	H250
	Selbsterhitzungsfähige Stoffe und Gemische	Kategorie 1	Gefahr	H251
		Kategorie 2	Achtung	H252
	Stoffe und Gemische, die mit Was-	Kategorie 1	Gefahr	H260
		Kategorie 2	Gefahr	H261

	ser entzündbare Gase entwickeln	Kategorie 3	Achtung	H261
	Organische Peroxide	Typen C&D	Gefahr	H242
		Typen E&F	Achtung	H242
	Oxidierende Gase	Kategorie 1	Achtung	H270
	Oxidierende Flüssigkeiten	Kategorie 1	Gefahr	H271
		Kategorie 2	Gefahr	H272
		Kategorie 3	Achtung	H272
	Oxidierende Feststoffe	Kategorie 1	Gefahr	H271
		Kategorie 2	Gefahr	H272
		Kategorie 3	Achtung	H272

	Gase unter Druck	Verdichtetes Gas	Achtung	H280
		Verflüssigtes Gas	Achtung	H280
		Tiefgekühlt verflüssigtes Gas	Achtung	H281
		Gelöstes Gas	Achtung	H280
	Korrosiv gegenüber Metallen	Kategorie 1	Achtung	H290

Toxische Gefahren

Gefahrenpiktogramme	Gefahrenklasse	Gefahrenkategorie/ Einstufung	Signalwort	Gefahrenhinweis
	Akute Toxizität	Kategorie 1 oral	Gefahr	H300
		Kategorie 1 dermal	Gefahr	H310
		Kategorie 1 inhalativ	Gefahr	H330
		Katergorie 2 oral	Gefahr	H300
		Kategorie 2 dermal	Gefahr	H310
		Kategorie 2 inhalativ	Gefahr	H330
		Kategorie 3 oral	Gefahr	H301
		Kategorie 3 dermal	Gefahr	H311
		Kategorie 3 inhalativ	Gefahr	H331

	Akute Toxizität	Kategorie 4 oral	Achtung	H303
		Kategorie 4 dermal	Achtung	H312
		Kategorie 4 inhalativ	Achtung	H332
	Ätz-/Reizwirkung auf die Haut	Kategorie 2	Achtung	H315
	Schwere Augen-schädig-ung/ Augenreizung	Kategorie 2	Achtung	H319
	Sensibilisierung der Atemwege oder der Haut	Sensibilisierung der Haut Kategorie 1	Achtung	H317
	Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition	Atemwegsreizung Kategorie 3	Achtung	H335
		Betäubende Wirkung Kategorie 3	Achtung	H336
	Ätz-/Reizwirkung auf die Haut	Kategorie 1A, 1B, 1C	Gefahr	H314
	Schwere Augen-schädig-ung/ Augenreizung	Kategorie 1	Gefahr	H318
	Sensibilisierung der Atemwege oder der Haut	Sensibilisierung Kategorie 1	Gefahr	H334
	Keimzellmutagenität	Kategorie 1A	Gefahr	H340
		Kategorie 1B	Gefahr	H340
		Kategorie 2	Achtung	H341
	Karzinogenität	Kategorie 1A	Gefahr	H350
		Kategorie 1B	Gefahr	H350
		Kategorie 2	Achtung	H351
	Reproduktionstoxizität	Kategorie 1A	Gefahr	H360
		Kategorie 1B	Gefahr	H360
		Kategorie 2	Achtung	H361
	Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition)	Kategorie 1	Gefahr	H370
		Kategorie 2	Achtung	H371
	Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Eposition)	Kategorie 1	Gefahr	H372
		Kategorie 2	Achtung	H373
	Aspirationsgefahr	Kategorie 1	Gefahr	H304

Umweltgefahren

Gefahrenpiktogramme	Gefahrenklasse	Gefahrenkategorie/ Einstufung	Signal-wort	Gefah-ren-hinweis
	gewässerge-fährdend	Kategorie 1 akut	Achtung	H400
		Kategorie 1 chronisch	Achtung	H410
		Kategorie 2 chronisch	-	H411
	Die Ozonschicht schädigend	Kategorie 1	Achtung	H420

III–2.5.4.7 Allgemeine Verwendungsverbote für Lehrerkräfte, Schülerinnen, Schüler und sonstige Beschäftigte nach GHS

Die im Kapitel I – 3.5 nach altem Recht dargestellten Verwendungsverbote werden hier in die neue Terminologie nach GHS übersetzt

Tabelle 1: Karzinogene Stoffe, die Lehrkräfte in bestimmten Fällen verwenden dürfen

Karzinogener Stoff	Einstufung nach GHS		Anwendungsbeschränkungen
Acrylnitril	Karz. 1B	H350	Als Edukt zur Polymerisation verwenden
Beryllium als Metall	Karz. 1B	H350	Staubbildung vermeiden
Cadmium	Karz- 1B	H350	Staub- und Aerosolbildung vermeiden
Cadmiumsulfat	Karz. 1B Muta 1B Repr 1B	H350 H340 H360FD	Als Fällungsreagens in der Analytik verwenden
Lösliche Chrom(VI)-Verbindungen[57]	Karz 1B Muta 1B Repro 1B	H350 H340 H360FD	Staub- und Aerosolbildung vermeiden
Cobaltchlorid, Cobaltnitrat	Karz 1B Repr 1B	H350i H360F	Staub- und Aerosolbildung vermeiden Als Fällungsreagens in der Analytik einsetzen.
1,2-Dibromethan	Karz 1B	H350	Als Edukt zur Herstellung von Ethen und als Reaktionsprodukt erlaubt.
1,2-Dichlorethan	Karz 1B	H350	Als Edukt zur Herstellung von Ethen und als Reaktionsprodukt erlaubt.
Dinitrotoluole (Isomerengemische)	Karz 1B	H350	Reaktionsprodukte aus der Nitrierung von Toluol - als Ersatzstoff für Benzol; als Vergleichssubstanz für Dünnschichtchromatographie.
Erdöldestillate (Erdölextrakte) und deren Rückstände	Karz 1B Muta 1B	H350 H340	Erdöldestillation, Untersuchung von Kohlenwasserstoffen (Flammprobe, ungesättigte Kohlenwasserstoffe, GC).
Hydrazin als Hydrazinhydrat	Karz 1B	H350	Nur zur Verwendung in der Brennstoffzelle erlaubt.
Kaliumbromat	Karz 1B	H350	Nur zur Verwendung als Maßlösung in der Analytik erlaubt.
2-Nitronaphthalin	Karz 1B	H350	Als Produkt bei der Nitrierung von Naphthalin erlaubt als Ersatzstoff für Benzol Als Vergleichssubstanz für Dünnschichtchromatographie einsetzbar.
2-Nitrotoluol	Karz 1B Muta 1B	H350	Als Produkt bei der Nitrierung von Toluol erlaubt Als Vergleichssubstanz für Dünnschichtchromatographie einsetzbar.
Phenolphthalein	Karz 1B	H350	Als Produkt und für die Herstellung von Indikatorlösungen erlaubt.
Thioacetamid	Karz 1B	H350	In der Analytik erlaubt.
o-Toluidin	Karz 1B	H350	Zur Verwendung in der Analytik, z.B. zur photometrischen Bestimmung von Glucose erlaubt.
Trichlormethan	Karz 1B nach TRGS 905		Als Reagens, z.B. in der Friedel-Crafts-Reaktion erlaubt.

[57] Der "Vulkanversuch" mit Ammoniumdichromat ist untersagt (Bildung von Chrom(III)-chromat).

Tabelle 2: Experimente, bei denen karzinogene und keimzellmutagene Stoffe in geringen Mengen entstehen können

Experiment	krebserzeugender / erbgutverändernder Stoff	Einstufung nach GHS	
Nachweis der Ethen-Doppelbindung mit Bromwasser: 1% < w < 5%	1,2-Dibromethan	Karz 1B	H350
Brennprobe von Polyacrylnitril	Acrylnitril	Karz 1B	H350
Reaktion von Ethanol und Schwefelsäure	Diethylsulfat (Nebenprodukt)	Karz 1B Muta 1B	H350 H340
Kohle-Pyrolyse	Braun- bzw. Steinkohleteer (Benzo[a]pyren als Bezugssubstanz)	Karz 1B Muta 1B Repr 1B	H350 H340 H360FD
Pyrolyse organischer Stoffe	Pyrolyseprodukte aus organischem Material	Karz 1B	H350
Untersuchung von Autoabgasen	Dieselmotor-Emissionen	Karz 1B	H350

Legende zu den Tabellen 1 und 2:

Karz. 1B	Stoffe, die wahrscheinlich beim Menschen karzinogen sind; die Einstufung erfolgt überwiegend aufgrund von Nachweisen bei Tieren.
Muta. 1B	Stoffe, die bekanntermaßen vererbbare Mutationen verursachen oder die so angesehen werden sollten, als wenn sie vererbbare Mutationen an menschlichen Keimzellen auslösen.
Repr. 1B	Wahrscheinlich reproduktionstoxischer Stoff. Die Einstufung in die Kategorie 1B beruht weitgehend aus Daten aus Tierstudien.
H350	Kann Krebs erzeugen.
H350i	Kann beim Einatmen Krebs erzeugen.
H340	Kann genetische Defekte verursachen.
H360D	Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
H360F	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H360FD	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen.

Tabelle 3a: Tätigkeitsbeschränkungen

für Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 1-4

Eine 1:1 Übersetzung der Tätigkeitsbeschränkungen aus Tabelle 3 in I – 3.6 nach altem Recht in die GHS-Terminologie ist nicht möglich. Daher können Tabelle 3 in I – 3.6 und diese Tabelle 3a zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Bei den derzeitig nach GHS eingestuften Stoffen sind die Beschränkungen gem. Tabelle 3a i.d.R. schärfer.

Gefahren-kategorie	Gefahren-piktogramm		Signalwort		H-Code	Gefahrenhinweis	Schülerversuch erlaubt Jgst. 1-4
beliebig		und	beliebig	und	beliebig		nein
beliebig		und	beliebig	und	beliebig		Nein, Ausnahme: Tätigkeiten mit Klebern, Gelen oder Pasten, welche leicht entzündbare Stoffe enthalten, ist erlaubt
beliebig		und	beliebig	und	beliebig		nein
beliebig		und	beliebig	und	beliebig		nein
beliebig		und	beliebig	und	beliebig		nein
beliebig		und	beliebig	und	beliebig		nein
Hautreiz. 2 Sens. Haut 1		und	Achtung	und	H315 H317	Verursacht Hautreizungen Kann allergische Hautreaktionen verursachen.	ja, aber nur bei geringer Gefährdung
STOT einm. 3					H335 H336	Kann die Atemwege reizen Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen	
Akut. Tox. 4					H302 H312 H332	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt. Gesundheitsschädlich bei Einatmen	
Ozon 1					H420	Die Ozonschicht schädigend	nein
Augenreiz. 2		und	beliebig	und	H319	Verursacht schwere Augenreizungen	nein
beliebig		und	beliebig	und	beliebig		nein
beliebig		und	beliebig	und	H400 H410 H411	Sehr giftig für Wasserorganismen Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung Giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung	ja

Hinweise: STOT einm. = Zielorganspezifische Toxizität bei einmaliger Dosis.

Die Gefahrenkategorie ist i.d.R. nicht auf dem Etikett zu finden.

Ggf. lässt sich das Gefahrenpotenzial durch Verdünnung soweit herabsetzen, dass nur noch eine geringe Gefährdung vorliegt.

Schülerversuche mit Quecksilberthermometern und –manometern sind nicht erlaubt.

Tabelle 3b: Tätigkeitsbeschränkungen

für Schülerinnen und Schüler ab Jahrgangsstufe 5

Mit Ausnahmen der im folgenden beschriebenen Stoffe und Gemische sind Tätigkeiten mit allen Gefahrstoffen für Schülerversuche ab Jahrgangsstufe 5 zulässig, wenn es der Entwicklungsstand und die experimentelle Geschicklichkeit der Schüler zulässt, sie angemessen unterwiesen worden sind, die Tätigkeit zur Erreichung des Ausbildungsziels erforderlich ist und sie unter fachkundiger Aufsicht stehen.

Nicht zulässig sind Tätigkeiten von Schülerinnen und Schülern mit Stoffen und Gemischen, die nach GHS wie folgt gekennzeichnet bzw. eingestuft sind, wenn in der Spalte „Schülerversuch erlaubt" „nein" steht.

Eine 1:1 Übersetzung der Tätigkeitsbeschränkungen aus Tabelle 3 in I – 3.6 nach altem Recht in die GHS-Terminologie ist nicht möglich. Daher können Tabelle 3 in I – 3.6 und diese Tabelle 3b zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Bei den derzeitig nach GHS eingestuften Stoffen sind die Beschränkungen weitgehend identisch.

Gefahrenkategorie	**Gefahrenpiktogramm**		**Signalwort**		**H-Code**	**Gefahrenhinweis**	**Schülerversuch erlaubt**	
							Jgst. 5-9	**Jgst. 10 - 13**
Inst. Expl. Expl. 1.1 –Expl. 1.4		und	Gefahr oder Achtung		beliebig		nein	nein
Entz. Fl. 1		und	Gefahr	und	H224	Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar	nein	ja
Akut. Tox. 1 Akut. Tox. 2		und	Gefahr	und	H300	Lebensgefahr bei Verschlucken	nein	nein
		und	Gefahr	und	H310	Lebensgefahr bei Hautkontakt	nein	nein
		und	Gefahr	und	H330	Lebensgefahr bei Einatmen	nein	nein
Mutag. 1A Mutag. 1B		und	Gefahr	und	H340	Kann genetische Defekte verursachen	nein	nein
Karz. 1A Karz. 1B		und	Gefahr	und	H350	Kann Krebs erzeugen	nein	nein
Repr. 1A Repr. 1B		und	Gefahr	und	H360	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen	nein	nein
Ozon 1		und	Achtung	und	H420	Die Ozonschicht schädigend	nein	nein

Nicht zulässig sind für Schülerinnen und Schüler darüber hinaus Tätigkeiten mit Stoffen, die in der TRGS 905 als krebserzeugend, erbgutverändernd oder reproduktionstoxisch in die Kategorien 1 und 2 nach altem Recht eingestuft sind. Sobald die TRGS 905 auf die GHS-Begriffe umgestellt wird, handelt es ich um die Kategorien 1A und 1B.

Nicht zulässig sind darüber hinaus Schülerversuche mit Natrium, Kalium und Chloraten.

Schülerversuche mit Quecksilberthermometern und –manometern sind ebenfalls nicht erlaubt.

III -2.5.4.8 Vergleich der bisherigen mit der neuen Gefahrstoffkennzeichnung

Die konkrete Kennzeichnung von Stoffen und Gemischen erfolgt gemäß der GHS-Verordnung. Der tabellarische Vergleich stellt eine Groborientierung dar und kann im Einzelfall nach genauer Prüfung abweichen.

Tabelle: Vereinfachter Vergleich der bisher gültigen Kennzeichnung nach EG-Richtlinie 67/548/EWG mit der neuen Kennzeichnung[58]

Gefahren-symbol	Bisherige Kennzeich-nung nach EG-Richtlinie 67/548/ EWG R-Sätze	GHS-Verordnung (Global harmonisiertes System der Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien) Gefahrenklasse und Kategorie	Gefah-renpik-to-gramme	H-Code
Physikalische-chemische Gefährdungen:				
E Explosions-gefährlich	R 2 R 3 [R 5] [R 6]	Instabile, explosive Stoffe und Gemische Explosive Stoffe und Gemische Unterklassen 1.1 bis 1.3 Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische Typ A und Typ B Organische Peroxide Typ A und Typ B	Gefahr	H 200 H 201, H 202, H 203 Typ A: H 240 Typ B: H 241
Keine Kenn-zeichnung		Explosive Stoffe und Gemische Unterklasse 1.4	Achtung	H 204
F+ Hoch-entzündlich	R 12	Extrem entzündbare Gase Extrem entzündbare Flüssigkeiten und Dämpfe Extrem entzündbare Aerosole	Gefahr	H 220 H 224 H 222
F Leicht-entzündlich	R 11	Leicht entzündbare Flüssigkeiten und Dämpfe	Gefahr	H 225
Kein Symbol	R 10	Entzündbare Flüssigkeiten und Dämpfe mit einem Flammpunkt bis 55 °C	Achtung	H 226
Keine Kenn-zeichnung		Entzündbare Flüssigkeiten und Dämpfe mit einem Flammpunkt 56 – 60 °C	Achtung	H 226
Keine Kenn-zeichnung		Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische Typ B, C und D	Gefahr	Typ B: H 241 Typ C: H 242 Typ D: H 242
Keine Kenn-zeichnung		Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische Typ E und F	Achtung	Typ E: H 242 Typ F: H 242
O Brand-fördernd	R 7	Organische Peroxide Typ B, C und D	Gefahr	Typ B: H 241 Typ C: H 242 Typ D: H 242

58 aus: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) Fernlehrgang für die Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitsicherheit, Lektion 2 GUV 81.2 – http://fernlehrgang.unfallkassen.de

O Brand-fördernd	R 7	Organische Peroxide Typ E und F	Achtung	Typ E: H 242 Typ F: H 242
O Brand-fördernd	R 9 R 8	Entzündend (oxidierend) wirkende Flüssigkeiten und Feststoffe Kategorien 1 und 2	Gefahr	Kat. 1: H 271 Kat. 2: H 272
O Brand-fördernd	R 9 R 8	Entzündend (oxidierend) wirkende Flüssigkeiten und Feststoffe Kategorie 3	Achtung	Kat. 3: H 272
Keine Kenn-zeichnung		Unter Druck stehende Gase: Verdichtete Gase Verflüssigte Gase Tiefgekühlt verflüssigte Gase Gelöste Gase	Achtung	H 280 H 281
Keine Kenn-zeichnung		Auf Metall korrosiv wirkend	Achtung	H 290

Gefährdung für die Gesundheit:

T+ Sehr giftig	R 28 R 27 R 26	Akute Toxizität – Kategorie 1 und 2: Lebensgefahr bei Verschlucken Lebensgefahr bei Hautkontakt Lebensgefahr bei Einatmen	Gefahr	H 300 H 310 H 330
T Giftig	R 25 R 24 R 23	Akute Toxizität – Kategorie 3: Giftig bei Verschlucken Giftig bei Hautkontakt Giftig bei Einatmen	Gefahr	H 301 H 311 H 331
Xn Gesundheits-schädlich	R 22 R 21 R 20	Akute Toxizität – Kategorie 4: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt Gesundheitsschädlich bei Einatmen	Achtung	H 302 H 312 H 332
T Giftig	R 39 R 48	Spezifische Zielorgan-Toxizität – Kategorie 1: Bei einmaliger Exposition, Bei wiederholter Exposition	Gefahr	H 370 H 372

Xn Gesundheits-schädlich	R 68 R 48	Spezifische Zielorgan-Toxizität – Kategorie 2: Bei einmaliger Exposition, Bei wiederholter Exposition	Achtung	H 371 H 373
Xi Reizend	R 37	Spezifische Zielorgan-Toxizität – Kategorie 3: Atemwegreizung bei einmaliger Exposition	Achtung	H 335
Kein Symbol	R 67	Spezifische Zielorgan-Toxizität – Kategorie 3: Betäubende Wirkung bei einmaliger Exposition	Achtung	H 336
Xn Gesundheits-schädlich	R 65	Aspirationsgefahr – Kategorie 1 Kann bei Verschlucken und Eindringen in die A-temwege tödlich sein	Gefahr	H 304
T Giftig	R 45 R 49	Karzinogenität – Kategorien 1A und 1B: Kann Krebs erzeugen	Gefahr	H 350

	R 40	Karzinogenität – Kategorie 2: Kann vermutlich Krebs erzeugen	Achtung	H 351
	R 46	Keimzell-Mutagenität – Kat. 1A und 1B: Kann genetische Defekte verursachen	Gefahr	H 340
	R 68	Keimzell-Mutagenität – Kat. 2: Kann vermutlich genetische Defekte verursachen	Achtung	H 341
	R 60 R 61	Reproduktionstoxizität – Kat. 1A und 1B: Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen	Gefahr	H 360

	R 62 R 63	Reproduktionstoxizität – Kat. 2: Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen	Achtung	H 361
Kein Symbol	R 64	Reproduktionstoxizität Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen	Kein Piktogramm, Kein Signalwort	H 362
	R 42	Sensibilisierung von Atemwegen – Kategorie 1 Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen	Gefahr	H 334
	R 43	Sensibilisierung der Haut – Kategorie 1 Kann allergische Hautreaktionen verursachen	Achtung	H 317
	R 34 R 35	Verätzung der Haut und der Augen (irreversible Wirkungen) – Kategorien 1 A, 1 B, 1 C	Gefahr	H 314
	R 41	Schwere Augenschäden (irreversible Wirkungen) – Kategorie 1	Gefahr	H 318
	R 36 R 38	Schwere Augenreizung – Kategorie 2 Reizung der Haut (reversible Wirkungen) – Kategorie 2	Achtung	H 319 H 315

III – 2.6 Entsorgung von Gefahrstoffabfällen in Schulen

Schulen tragen mit den dort anfallenden Gefahrstoffabfällen in ihrer Gesamtheit nicht unmerklich zur Umweltbelastung bei. Die Entsorgung ist deshalb unter rechtlichen und pädagogischen Aspekten zu sehen:

(1) (Zweck des Gesetzes zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz ¬ KrW-/AbfG) http://www.rechtliches.de/info_KrWAbfG.html ist die Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen und die Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen.
Die Vorschriften dieses Gesetzes gelten für

- die Vermeidung,
- die Verwertung und
- die Beseitigung von Abfällen.

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz fordert, dass Abfälle möglichst zu vermeiden sind, insbesondere durch die Verminderung ihrer Menge und Schädlichkeit. Nicht vermeidbare Abfälle, die verwertet werden können, sind schadlos zu verwerten. Abfälle, die sich nicht vermeiden oder schadlos verwerten lassen, sind umweltverträglich zu beseitigen.

Der Besitzer von Abfällen – hier die Schule – darf sich der Abfälle nicht selbst entledigen, sondern hat sie der entsorgungspflichtigen Körperschaft oder dem von dieser beauftragten Dritten zur Entsorgung zu überlassen.

Dies gilt insbesondere für die besonders überwachungsbedürftigen Abfälle, die nach Art, Beschaffenheit oder Menge in besonderem Maße gesundheits-, luft- oder wassergefährdend, explosibel oder brennbar sind oder Erreger übertragbarer Krankheiten enthalten oder hervorbringen können.

(§ 1 bis § 3 KrW-/AbfG).

In der Schule werden Gefahrstoffabfälle, die schulintern nicht beseitigt werden können, für die Abholung und Beseitigung durch einen Entsorgungsberechtigten bereitgestellt. Die Modalitäten werden nach den örtlichen Gegebenheiten festgelegt, i. d. R. durch den Sachkostenträger.

(1) (2) Die Schülerinnen und Schüler sind für den Umweltschutz sensibilisiert. Nach Experimenten stellen sie die Frage nach der sachgerechten Beseitigung der Chemikalienreste. Die Lehrerin und der Lehrer sind gefordert, ökologisch vertretbare Lösungen zur Entsorgung anzubieten, um bei seinen Aussagen zur Umwelterziehung glaubwürdig zu sein.

Als Leitlinie für die Entsorgung von Gefahrstoffabfällen in Schulen gilt:

- Die Schule hat die Aufgabe im Kleinen zu zeigen, was im Großen unumgänglich ist.
- Das schulische Vorbild prägt das spätere Verhalten.
- Oberstes Gebot auch in der Schule ist die Abfallvermeidung.

Die Menge des Gefahrstoffabfalls in den Schulen und die damit verbundene Gefährdung der Umwelt sind gering, wenn Art und Menge der bei den Experimenten und Werkarbeiten anfallenden Stoffe sorgfältig ausgewählt werden. Dabei ist immer zu prüfen, ob bestimmte umweltgefährdende und toxische Stoffe (z.B. Halogenkohlenwasserstoffe) nicht durch weniger risikoreiche Substanzen ersetzbar sind.

Eine sachgerechte Entsorgung kann auf zwei Wegen erfolgen:

1. Externe Entsorgung über einen Entsorgungsberechtigten

Bei diesem Weg werden die besonders überwachungsbedürftigen Abfälle (i. d. R. Gefahrstoffabfälle der Wassergefährdungsklassen 2 bzw. 3) in geeigneten Behältern gesammelt und in Abständen der Entsorgungsstelle zugeleitet.

Siehe DGUV Regel 2004.

Größe, Beschaffenheit und Aufbewahrungsart der Sammelgefäße werden der Art des Inhalts angepasst. In der Regel werden dafür unzerbrechliche Kunststoffbehälter mit Deckel verwendet oder Glasbehälter bei organischen Stoffen und Chromaten.

Bis zum Abtransport werden die Gefahrstoffabfälle in verschließbaren Räumen des naturwissenschaftlichen oder technischen Fachbereichs aufbewahrt, so dass sie Unbefugten nicht zugänglich sind. Bei leicht entzündlichen Abfällen ist darauf zu achten, dass sie kühl, vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt und abseits offener Flammen aufbewahrt werden.

Die Sammlungsleiterin oder der Sammlungsleiter überprüft in regelmäßigen Abständen, ob die Behälter nicht schadhaft geworden sind.

Bei der Entsorgung der Gefahrstoffabfälle auf diesem Wege (Aufbewahrung, Abtransport) dürfen Personen (z.B. Schülerinnen, Schüler, Reinigungs-/Wartungs-/Reparaturpersonal, Hausmeister, Hausmeisterin-nen) nicht gefährdet werden.

2. Schulinterne Entsorgung

Sie soll nur angewandt werden, wenn hierfür geeignete Chemikalienreste in geringen Mengen anfallen. Nach der DGUV Regel 2004 kann nur der Fachlehrer Chemie diese Stof-

fe selbst umsetzen. Dabei mit großer Umsicht und Vorsicht die Entsorgung vornehmen und alle technischen und persönlichen Schutzmaßnahmen einhalten.
Bei explosionsgefährlichen Stoffen oder Gemischen muss mit dem Entsorgungsunternehmen (evtl. über den Sachkostenträger) geklärt werden, ob und wie diese entsorgt werden können; dies wird von den Entsorgungsunternehmen unterschiedlich gehandhabt.

III – 2.7 Herstellungs- und Verwendungsverbote nach §§ 16, 17 Anhang II GefStoffV

Stofe/Stoffgruppen/ Verfahren	Bemerkungen
1. Asbest	Tätigkeiten mit Asbest im Unterricht sind an Schulen generell verboten
2. 2-Naphthylamin, 4-Aminobiphenyl, Benzidin, 4-Nitrobiphenyl	an Schulen in der Regel nicht vorkommend
3. Arsen und seine Verbindungen	Herstellungs- und Verwendungsverbote beziehen sich auf bestimmte gewerbliche Produkte, z.B. Schädlingsbekämpfungsmittel in Stopfpräparaten
4. Benzol	in Schulen nur in der gymnasialen Oberstufe für Analysezwecke gestattet
5. Hexachlorcyclohexan	in Schulen in der Regel nicht vorkommend
6. Bleicarbonate, Bleisulfate	Farben mit Bleikarbonat, Bleihydrokarbonat oder Bleisulfaten dürfen an Schulen nicht verwendet werden.
7. Quecksilber und seine Verbindungen	Herstellungs- und Verwendungsverbote beziehen sich auf bestimmte gewerbliche Produkte, z.B. Holzschutzmittel.
8. Zinnorganische Verbindungen	Zinnorganische Verbindungen dürfen nicht zur Wasseraufbereitung und nicht als biozider Wirkstoff in Farben verwendet werden.
9. Di--oxo-di-*n*-butylstanniohydroxy-boran	an Schulen in der Regel nicht vorkommend
10. Dekorationsgegenstände mit flüssigen gefährlichen Stoffen oder Zubereitungen	Dekorationsgegenstände mit flüssigen Gefahrstoffen dürfen nicht hergestellt werden.
11. Aliphatische Chlorkohlenwasserstoffe	Tetrachlorkohlenstoff, 1,1,2,2-Tetrachlorethan, 1,1,1,2-Tetrachlorethan und Pentachlorethan an Schulen nur zu Analysezwecken.
12. Pentachlorphenol und seine Verbindungen	Pentachlorphenol und seine Salze dürfen an Schulen generell nur zu Analysezwecken verwendet werden.
13. Teeröle	Teeröle dürfen nicht als Holzschutzmittel verwendet werden.
14. Polychlorierte Biphenyle, polychlorierte Terphenyle	Herstellungs- und Verwendungsverbot bezieht sich insbesondere auf die Verwendung als Isolierflüssigkeit in Transformatoren.
15. Vinylchlorid	Herstellungs- und Verwendungsverbot bezieht sich auf Erzeugnisse, die Vinylchlorid als Treibgas enthalten.
16. Starke-Säure-Verfahren zur Herstellung von Isopropanol	für Schulen in der Regel nicht relevant
17. Cadmium und seine Verbindungen	Cadmium und seine Verbindungen dürfen nicht zum Einfärben und als Stabilisierungsmittel von bestimmten Kunststoffen verwendet werden.
18. Kurzkettige Chlorparafine	für Schulen in der Regel nicht relevant

19.	Kühlschmierstoffe	Kühlschmierstoffe mit nitrosierenden Agenzien (N-Nitrosamine und deren Ausgangsverbindungen) dürfen nicht verwendet werden.
20.	DDT	DDT darf nicht hergestellt und verwendet werden.
21.	Hexachlorethan	Hexachlorethan darf zur Herstellung oder Verarbeitung von Nichteisenmetallen nicht verwendet werden.
22.	Biopersistente Fasern Künstliche Mineralfasern (künstlich hergestellte ungerichtete glasige (Silikat-)Fasern)	Mineralfaserhaltige Gefahrstoff (z.B. Glaswolle) dürfen für Unterrichtszwecke nicht zu Wärme- und Schalldämmung einschließlich technischer Isolierungen verwendet werden.
23.	Besonders gefährliche krebserzeugende Stoffe	Dürfen auch in Schulen grundsätzlich nicht verwendet werden (s. a. Teil I - 3.5.1)
24.	Flammschutzmittel	für Schulen in der Regel nicht relevant
25.	Azofarbstoffe	Verbot des Färbens von Textil- und Ledererzeugnissen
26.	Alkylphenole	u. a. Verbot der Verwendung zur gewerblichen Reinigung, zur Haushaltsreinigung, Textil- und Lederverarbeitung, Metallbe- und -verarbeitung, zur Herstellung von Zellstoff und Papier, als Bestandteil von kosmetischen und Körperpflegemitteln
27.	Chromathaltige Zemente	In Schulen dürfen nur chromatarme Zemente verwendet werden
28.	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Ab 1. Januar 2010 dürfen Weichmacheröle bei der Reifenherstellung mit einem Gehalt an Benzo(a)pyren > 1 ppm nicht mehr verwendet werden. Für Schulen nicht relevant.
29.	Toluol	Seit dem 15. Juni 2007 muss der Toluolanteil in Klebstoffen und Sprühfarben unter 0,1 % liegen.
30.	1,2,4-Trichlorbenzol	Seit dem 15. Juni 2007 darf 1,2,4-Trichlorbenzol nicht mehr verwendet werden.
31.	Korrosionsschutzmittel	Korrosionsschutzmittel, die gleichzeitig nitrosierende Agenzien oder deren Vorstufen (z.B. Nitrit) und sekundäre Amine (einschließlich verkappter sekundärer Amine) enthalten, dürfen nicht verwendet werden.
32.	Perfluoroctansulfonate	Seit dem 27. Juni 2008 dürfen Perfluoroctansulfonate (PFOS: Perfluoroctansulfonsäure, -metallsalze, -halogenide, -amide und andere Derivate einschließlich Polymere) und Zubereitungen mit einem Massengehalt von $\geq$0,005 % PFOS nicht mehr verwendet werden.

III – 2.8 Auszug aus Anlage 1 zu TRGS 906

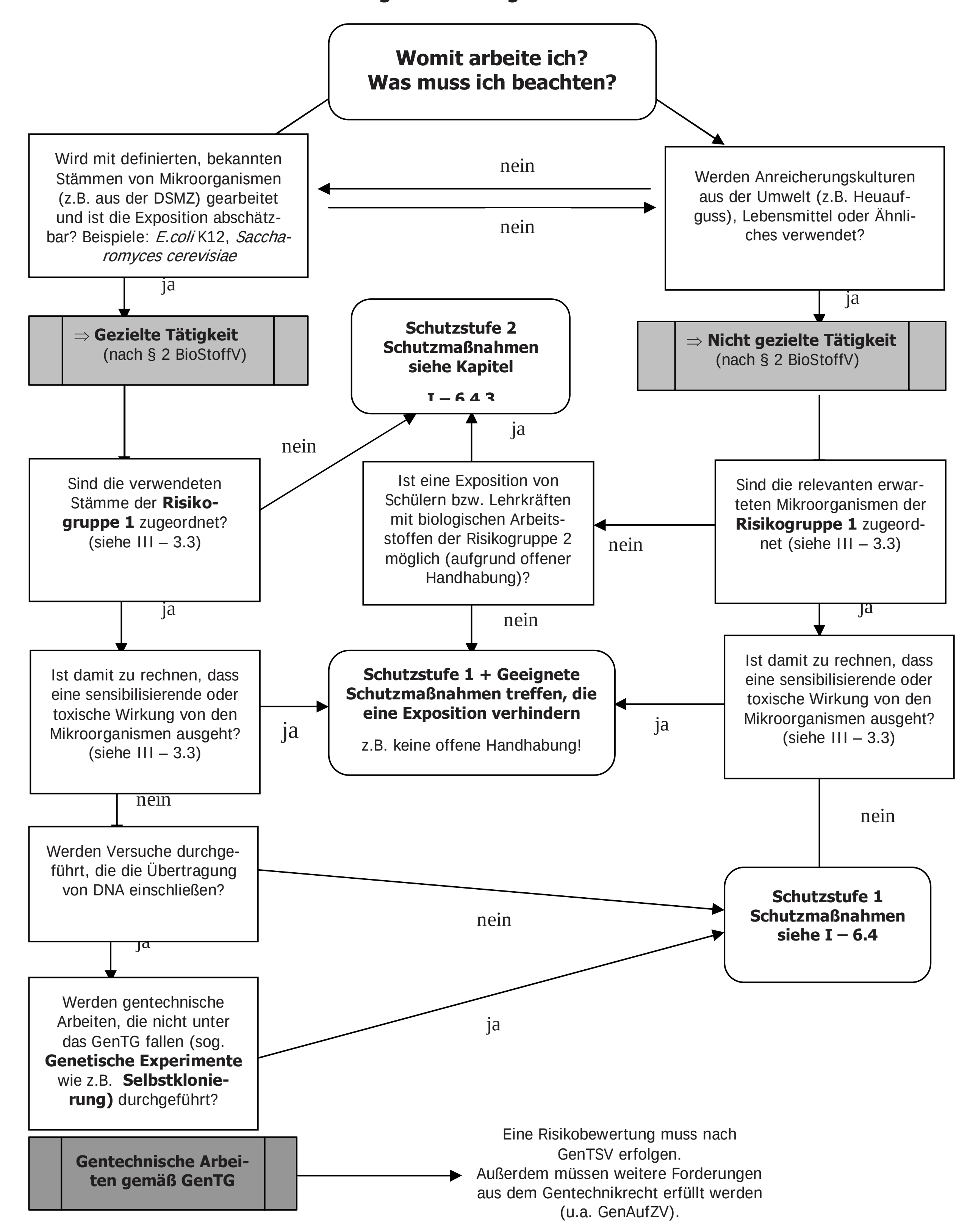
Verzeichnis einiger Hartholzarten nach Anhang I Nr. 5 der Richtlinie 2004/37/EG

Als „Harthölzer" werden dort aufgeführt:

- Afrikanisches Mahagony (Khaya)
- Afrormosioa (Pericopis elata)
- Ahorn (Acer)
- Balsa (Ochroma)
- Birke (Betula)
- Brasilianisches Rosenholz (Dalbergia nigra)
- Buche (Fagus)
- Ebenholz (Diospyros)
- Eiche (Quercus)
- Erle (Alnus)
- Esche (Fraxinus)
- Hickory (Carya)
- Iroko (Chlorophora excelsa)
- Kastanie (Castanea)
- Kaurikiefer (Agathis superba)
- Kirsche (Prunus)
- Limba (Terminalia superba)
- Linde (Tilia)
- Mansonia (Mansonia)
- Meranti (Shorea)
- Nyaoth (Palaquium hexandrum)
- Obeche (Triplochiton scleroxlon)
- Palisander (Dalbergia)
- Pappel (Populus)
- Platane (Platanus)
- Rimu, Red Pine (Dacrydium cupressinum)
- Teak (Tectona grandis)
- Ulme (Ulmus)
- Walnuss (Juglans)
- Weide (Salix)
- Weißbuche (Carpinus)

III – 3 Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen und Lebewesen

III – 3.1 Ablauf einer Gefährdungsbeurteilung nach BioStoffV



III – 3.2 Praktische Beispiele einer Gefährdungsbeurteilung bei gezielten und nicht gezielten Tätigkeiten

III – 3.2.1 Beispiele zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für gezielte Tätigkeiten

Alkoholische Gärung mit Reinzuchthefe

Fragen zur Gefährdungsbeurteilung	**Antwort**	**Bemerkungen**
Wird mit definierten, bekannten Stämmen von Mikroorganismen gearbeitet?	Ja, es wird mit Reinzuchthefe zur Weinherstellung (*Saccharomyces cerevisiae*) gearbeitet.	
Ist die Tätigkeit auf den biologischen Arbeitsstoff ausgerichtet?	Ja, die Anzucht von *Saccharomyces cerevisiae* ist zur Weinherstellung notwendig.	
Ist die Exposition abschätzbar?	Ja, die Konzentration von *Saccharomyces cerevisiae* in der Suspension ist bestimmbar. Eine Exposition von Schülern über den Luftweg ist erfahrungsgemäß vernachlässigbar.	
	→ Gezielte Tätigkeit nach § 2 BioStoffV	
Welcher Risikogruppe sind die verwendeten Stämme zuzuordnen?	*Saccharomyces cerevisiae* ist der Risikogruppe 1 zugeordnet.	III – 3.3 bzw. TRBA 460 „Pilze“
Ist damit zu rechnen, dass eine sensibilisierende oder toxische Wirkung von den Mikroorganismen ausgeht?	Nein	ABAS Beschluss 606
Werden Versuche durchgeführt, die eine Übertragung von DNA einschließen?	Nein	
	☐ **Schutzstufe 1**	VI
Welche Maßnahmen sind zu treffen?	- Allgemeine Hygienemaßnahmen sind ausreichend - Entsorgung kann über den Hausmüll oder Ausguss erfolgen - Unterweisung der Schüler anhand der Betriebsanweisung für Risikogruppe 1	I – 6.4.2, Betriebsanweisung „Arbeiten mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1“

Genetische Experimente mit dem Blue Genes Koffer

Fragen zur Gefährdungsbeurteilung	**Antwort**	**Bemerkungen**
Wird mit definierten, bekannten Stämmen von Mikroorganismen gearbeitet?	Ja, mit *Escherichia coli* K12 (JM 109) pBR322/LacZ	Es findet eine Übertra-gung des *lacZ* – Gens (Plasmidisolierung, Herstellung kompetenter Zellen, Transformation dieser Zellen) statt.
Ist die Tätigkeit auf den biologischen Arbeitsstoff ausgerichtet?	Ja, für diesen Transformations-versuch ist das oben genannte Vektor-Empfänger-System notwendig.	
Ist die Exposition abschätz-bar?	Ja, die Konzentration von *Escherichia coli* K12 in der Suspension ist bestimmbar. Eine Exposition von Schülern über den Luftweg ist erfahrungsgemäß vernachlässigbar.	
	→ Gezielte Tätigkeit nach § 2 BioStoffV	
Welcher Risikogruppe sind die	*Escherichia coli* K12 JM 109 pBR322/LacZ ist	III – 3.3,

verwendeten Stämme zuzuordnen?	der Risikogruppe 1 zugeordnet.	Veröffentlichung des RKI zu biologischen Sicherheitsmaßnahmen
Ist damit zu rechnen, dass eine sensibilisierende oder toxische Wirkung von den Mikroorganismen ausgeht?	Nein	ABAS Beschluss 606
Werden Versuche durchge-führt, die die Übertragung von DNA einschließen?	Ja	
Wird DNA übertragen, die nur Gene enthält, die in der Population der Empfänger-organismen *in vivo* vorkommt?	Ja, Empfänger- und Spenderorganismus gehören zur gleichen Bakterienart. Das *lacZ*-Gen kommt *in vivo* in diesen Bakterien vor.	Fällt nicht unter das GenTG
	☐ **Schutzstufe 1 Anforderungen des Gentechnikrechts müssen nicht beachtet werden**	
Welche Maßnahmen sind zu treffen?	- Allgemeine Hygienemaßnahmen sind ausreichend - Entsorgung kann über den Hausmüll, Ausguss,.. erfolgen - Unterweisung der Schüler anhand der Betriebsanweisung für Risikogruppe 1	I – 6.4.2, Betriebsanweisung „Arbeiten mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1“

III – 3.2.2 Beispiele zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für nicht gezielte Tätigkeiten

Anreicherungskulturen aus der Umwelt, hier: Heuaufguss mit Teichwasser

Fragen zur Gefährdungsbeurteilung	**Antwort**	**Bemerkungen**
Wird mit definierten, bekannten Stämmen von Mikroorganismen gearbeitet?	Nein, die Mikroorganismen aus den Anreicherungskulturen sind im Einzelnen nicht bekannt.	Durch die aeroben Bedingungen wird die Vermehrung von anaeroben Mikroorganismen (z.B. Clostridien) unterdrückt.
	☐ **Nicht gezielte Tätigkeit nach § 2 BioStoffV**	Da bereits eine Bedingung für gezielte Tätigkeiten nicht erfüllt ist, müssen die beiden anderen Voraussetzungen nicht weiter betrachtet werden.
Welcher Risikogruppe sind die erwarteten Stämme zuzuordnen?	Relevante Biologische Arbeitsstoffe u.a. *Paramecium caudatum* (Pantoffeltierchen), *Bacillus subtilis* und Hefen sind der Risikogruppe 1 zugeordnet.	III – 3.3

Ist damit zu rechnen, dass eine sensibilisierende oder toxische Wirkung von den Mikroorganismen ausgeht?	Nein	ABAS Beschluss 606
	☐ **Schutzstufe 1**	
Welche Maßnahmen sind zu treffen?	- Allgemeine Hygienemaßnahmen sind ausreichend - Entsorgung kann über den Hausmüll oder Ausguss erfolgen - Unterweisung der Schüler anhand der Betriebsanweisung für Risikogruppe 1	Kein verschimmeltes Heu verwenden!

Anzucht von Schimmelpilzen auf Lebensmitteln

Fragen zur Gefährdungsbeurteilung	Antwort	Bemerkungen
Wird mit definierten, bekannten Stämmen von Mikroorganismen gearbeitet?	Nein, die Schimmelpilze sind im Einzelnen nicht bekannt.	
	☐ **Nicht gezielte Tätigkeit nach § 2 BioStoffV**	Da bereits eine Bedingung für gezielte Tätigkeiten nicht er-füllt ist, müssen die beiden anderen Vor-aussetzungen nicht weiter betrachtet werden.
Welcher Risikogruppe sind die erwarteten Stämme zuzuordnen?	In der Regel sind Mikroorganismen der Risikogruppe 1 vorhanden; es können in Abhängigkeit vom Substrat Schimmelpilze der Risikogruppe 2 auftreten.	III – 3.3
Ist damit zu rechnen, dass eine sensibilisierende oder toxische Wirkung von den Mikroorganismen ausgeht?	Ja, bei Schimmelpilzen kann eine sensibilisierende bzw. toxische Wirkung nicht ausgeschlossen werden.	ABAS Beschluss 606
	☐ **Schutzstufe 1 und zusätzliche Maßnahmen aufgrund der möglichen sensibilisierenden Wirkung**	
Welche Maßnahmen sind zu treffen?	- Allgemeine Hygienemaßnahmen müssen eingehalten werden. - Die Proben werden sicher aufbe-wahrt, z.B. im Vorbereitungs-raum. - Keine offene Handhabung, d.h. Petrischalen nach der Inkubation mit Parafilm oder Klebeband ver-siegeln und verschlossen lassen. - Falls offene Handhabung erfor-derlich ist (z.B. Aufbereitung von Proben zum Mikroskopieren), müssen diese Tätigkeiten unter einem Abzug oder einer Sicher-heitswerkbank durch die Lehrkraft durchgeführt werden. - Entsorgung nach Sterilisation der Proben (z.B. im Dampfdruck-kochtopf oder Autoklaven) - Unterweisung der Schüler anhand der Betriebsanweisung für Risikogruppe 1	Zum Mikrokopieren empfehlen sich „Tesafilmpräparate“.

III – 3.3 Sammlung praktischer Versuche mit biologischen Arbeitsstoffen im Unterricht

Tabelle 1: Gezielte Tätigkeiten – Risikogruppe, Schutzstufe und Schutzmaßnahmen

Versuch/ Experiment	**Biologische Arbeitsstoffe u.a.**	**Risiko-gruppe**	**Schutz-stufe**	**Schutzmaßnahmen und zusätzliche Hin-weise**
Herstellung von Le-bensmitteln (Alkoholische Gärung) Bier Wein	Hefen (*Saccharo-myces cerevisiae*)	1	1	I – 6.4.2 gezielte Tätig-keit bei Zugabe definier-ter Hefe-stämme; ansons-ten nicht gezielte Tätig-keit (Schutzmaßnahmen sind identisch)
Herstellen von Lebens-mitteln (Milch- säure-gährung Sauerkraut Brot Jogurt, Quark, Käse	Leuconostoc sp. Bäckerhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) *Lactobacillus Plantarum* und weitere Milch-säurebakterien	1 1 1	1	I – 6.4.2 gezielte Tätigkeit bei Zu-gabe definierter Bakteri-enstämme; ansonsten nicht gezielte Tätigkeit (Schutzmaßnahmen sind identisch)
Qualitätsbestimmung verschiedener Wasser-proben (IMViC) [59]	*Escherichia coli* K 12 *Enterobacter* sp.(Risikogruppe 1)	1 1	1	I – 6.4.2 Keine Verwendung von Abwasserproben
Vereinzelungstechnik	*Micrococcus luteus*	1	1	I – 6.4.2
Vermehrung von Bakte-rien, Verdünnungsausstriche	*Escherichia coli* K 12 und andere Bakterien der Risikogruppe 1	1	1	I – 6.4.2
Kolonienzucht	Saccharomyces sp.	1	1	I – 6.4.2
Kulturbeobachtung makroskopisch und mik-roskopisch	Bakterien der Risi-kogruppe 1	1	1	I – 6.4.2
Wachstum und Sporula-tion	*Bacillus subtilis*	1	1	I – 6.4.2
Züchtung von *Bacillus megaterium* auf Möhren und Erstel-lung einer Reinkultur auf Standar-dagar	*Bacillus megateri-um*	1	1	I – 6.4.2

[59] IMViC = **I**ndolbildung, **M**ethylrot, **V**oges-Proskauer-Test, **C**itratverwertung

Versuch/ Experiment	**Biologische Arbeitsstoffe u.a.**	**Risiko-gruppe**	**Schutz-stufe**	**Schutzmaßnahmen und zusätzliche Hinweise**
Anzucht und Untersuchung von *E. coli* – Mangelmutanten	*Escherichia coli* K12 Mangelmutanten	1	1	I – 6.4.2
Färbetechniken (z.B. Gramfärbung, Sporenfärbung, Färbung mit Methylenblau zur Darstellung der Zellform)	*Escherichia coli* K12 *Bacillus subtilis* *Bacillus megaterium* *Micrococcus luteus* *Streptococcus casseliflavus* *Pseudomonas fluorescens*	1 1 1 1 1 1	1	I – 6.4.2 Zusätzliche Schutzmaßnahmen aufgrund der verwendeten Gefahrstoffe (Farbstoffe)
Methoden zur Zellmassenbestimmung, Wachstumskurve	*Escherichia coli* K12	1	1	I – 6.4.2
Nachweis von Hemmstoffen und Antibiotika (Agardiffusionstest)	*Escherichia coli* K12 *Bacillus megaterium* *Bacillus subtilis*	1 1 1	1	I – 6.4.2
Nachweis von Lysozymwirkung	*Escherichia coli* K12 *Bacillus megaterium*	1 1	1	I – 6.4.2
Nachweis des Pasteureffektes	*Saccharomyces cerevisiae*	1	1	I – 6.4.2
Immobilisierung von Zellen	*Saccharomyces cerevisiae*	1	1	I – 6.4.2
Diauxie (Verwertung zwei verschiedener Kohlenstoffquellen)	*Escherichia coli* K12	1	1	I – 6.4.2
Biologische Vitamin B6-Bestimmung	*Saccharomyces carlbergensis*.	1	1	I – 6.4.2
Regulierung des Lactoseabbaus	*Escherichia coli* K12	1	1	I – 6.4.2
Nachweis von Bakteriophagen	*Escherichia coli* K12 Lambda Phage	1 1	1	I – 6.4.2

Versuch/ Experiment	Biologische Arbeitsstoffe u.a.	Risiko-gruppe	Schutz-stufe	Schutzmaßnahmen und zusätzliche Hinweise
Nachweis chromosomaler DNA, Isolierung von Plasmid-DNA	*Escherichia coli* K12 *Saccharomyces cerevisiae*	1 1	1	I – 6.4.2
Isolierung streptomycin-resistenter Mutanten	*Escherichia coli* K12	1	1	I – 6.4.2
Transformation, Konjugation von *E. coli* K12	*Escherichia coli* K12	1	1	I – 6.4.2
Übertragung des lac Z – Gens (Plasmidisolierung, Herstellung kompetenter Zellen, Transformation dieser Zellen)	*Escherichia coli* JM 109 pBR 322 / LacZ (Blue Genes – Koffer)	1	1	I – 6.4.2

Tabelle 2: Nicht gezielte Tätigkeiten – Risikogruppe, Schutzstufe und Schutzmaßnahmen

periment	stoffe u.a.	gruppe	stufe	zusätzliche Hinweise
Heuaufguss	*Paramecium caudatum* (Pantoffeltierchen) Kahmhefen *Bacillus subtilis*	1 1 1	1	I – 6.4.2 Kein verschimmeltes Heu verwenden!
Untersuchung von Teichwasser	Amöben (Protozoen) Trompetentierchen (Spirotricha) (Protozoe) Glockentierchen (Peritricha) (Protozoe) [keine biol. Arbeitsstoffe: Chlorella (Grünalge), Volvox (Grünalge)]	1-2 1 1 1	1	I – 6.4.2
Ermittlung des CSB[60]	*Escherichia coli und andere Enterobacteriaceae*	2	2	I – 6.4.3 Lehrerexperiment bei Abwasserproben
Mikroskopieren von Mikroorganismen in Lebensmitteln (Käse, Joghurt)	Schimmelpilze (z.B. Penicillium camenberti, Penicillium roqueforti) Milchsäure-Bakterien	1	1	I – 6.4.2 Keine verdorbenen Lebensmittel verwenden!
Isolierung von Milchsäurebakterien aus Joghurt und Sauerkraut	*Leuconostoc mesenteroides* *Streptococcus lactis* *Lactobacillus plantarum*	1 1 1	1	I – 6.4.2
Anzucht von Schimmelpilzen (Lebensmittel)	Schimmelpilze	1,2	1	I – 6.4.2 Zusätzliche Maßnahmen siehe Anhang III
Keimzahlbestimmung in Roh- und Vollmilch	Milchsäure-Bakterien *Listeria monocytogenes*	1 2	1	I – 6.4.2
Aufbewahrung von Hackfleisch, Mikroskopieren der Säfte	*Samonella enterica* *Yersinia enterocolitica* *Enterhämorrhag. E. Coli* (EHEC) Coliforme Staphylococcen Enterococcen Pseudomonaden *Listeria monocytogenes*	2 2 3** 1,2 1,2 1,2 1,2 2	2	I – 6.4.3 Probenvorbereitung durch Lehrkraft
Abklatschversuche zum Nachweis von Handkeimen/ Bedeutung der Händedesinfektion (Geldstücke, Radiergummi, Hände)	In Abhängigkeit vom Probenahmeort: Bakterien Hefen Pilze	 1,2 1,2 1,2	1	I – 6.4.2 Keine Probenahmeorte wählen, wo eine hohe Verunreinigung mit Fäkalkeimen zu erwarten ist (Toilette,...). Keine offene Handhabung!
Spontankulturen auf Agar-platten (Fangplatten)	Bakterien Pilze	1,2 1,2	1	Kapitel 5.2 Keine Probenahmeorte wählen, wo eine hohe Verunreinigung mit Fäkalkeimen zu erwarten ist (Toilette, Kompost, Abfall-

Fachlicher Hinweis: Die Agarplatten sollten mit dem Deckel nach unten bebrütet werden, um die Entstehung von Kondenswasser zu verhindern.

III – 3.4 Musterbetriebsanweisungen

Die folgenden Musterbetriebsanweisungen müssen den örtlichen und sonstigen speziellen Gegebenheiten angepasst und gegebenenfalls ergänzt werden.

- Musterbetriebsanweisung für Arbeiten mit dem Dampfdruckkochtopf, Sterilisation
- Musterbetriebsanweisung für Arbeiten mit Mikroorganismen in der Schutzstufe 1
- Musterbetriebsanweisung für Arbeiten mit Mikroorganismen in der Schutzstufe 2 (Werden gezielte Tätigkeiten in der Schutzstufe 2 durchgeführt, d.h. ist der verwendete Mikroorganismus der Spezies nach bekannt, muss dieser mit seinen Eigenschaften in der Betriebsanweisung benannt werden)
- Musterbetriebsanweisung für Wartungs- und Reinigungsarbeiten in Räumen, die mit dem Symbol „Biogefährdung“ gekennzeichnet sind

Die Musterbetriebsanweisung hat nur die Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe zum Inhalt; für weitere Gefährdungen (insbesondere durch Gefahrstoffe) müssen gesonderte Regelungen getroffen werden.

Schule:	VI.7.1.1.1 Musterbetriebsanweisung Arbeitsbereich: Biologie Arbeitsplatz: Biologievorbereitungsraum Zimmer XXX Verantwortliche: Schulleiter / Fachlehrer Biologie	Datum: Unterschrift:

ANWENDUNGSBEREICH

Arbeiten mit dem Dampfdruckkochtopf, Sterilisation

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT





- Gefahr der Verbrennung an heißen Oberflächen
- Gefahr der Verbrennung durch Siedeverzug
- Gefahr der Freisetzung biologischer Arbeitsstoffe aufgrund mangelnder Sterilisation

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN





- Der Dampfdruckkochtopf darf nur von der Lehrkraft verwendet werden.
- Die Bedienungsanleitung des Dampfdruckkochtopfs ist zu beachten.
- Zum Schutz vor heißen Oberflächen sind Schutzhandschuhe (Typ: .) zu tragen.
- Zum Schutz vor heißem ausströmenden Dampf ist eine Schutzbrille zu tragen.
- Brennbare Flüssigkeiten und hitzeempfindliche Materialien dürfen nicht sterilisiert werden.
- Flaschen / Gefäße mit Schraubverschluss nur locker zudrehen – nicht vollständig verschließen.
- Gefäße mit Flüssigkeiten nur maximal ¾ füllen.
- Vor dem Sterilisationsvorgang ausreichend Wasser nachfüllen.
- Deckel erst öffnen, wenn die Temperatur des Dampfdruckkochtopfs deutlich abgesunken ist.
- Bei Kontamination des Dampfdruckkochtopfs (z.B. aufgrund von übervollen Flaschen oder Siedeverzug) den Innenraum erst reinigen.
- Die Funktionsfähigkeit des Dampfdruckkochtopfs lässt sich am besten mit Hilfe von sporenbildenden Teststämmen (meist *Bacillus subtilis*, im Handel erhältlich) nachweisen. Einfache „Selbsttests" mit in der Schule vorhandenen Versuchsstämmen in regelmäßigen Abständen (vor Verwendung oder mindestens einmal jährlich) sind erforderlich.
  WICHTIG: Das im Handel erhältliche Autoklavierband ist kein verlässlicher Anzeiger dafür, dass der Dampfdruckkochtopf richtig funktioniert, sondern wird in der Forschung nur zur Unterscheidung behandelte – unbehandelte Probe verwendet!

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Ruf:

- Bei ungewöhnlichen Betriebszuständen oder technischem Defekt den Dampfdruckkochtopf ausschalten.

ERSTE HILFE

Notruf 112



- Augenkontakt: Spritzt Flüssigkeit aus dem Dampfdruckkochtopf in die Augen, Augen unter fließendem Wasser bei gut geöffnetem Lidspalt mehrere Minuten spülen (Augendusche!); Weiterbehandlung beim Augenarzt.
- Verbrennungen mit reichlich Wasser kühlen und keimfrei bedecken.
- Verletzungen sind sofort dem zuständigen Vorgesetzten zu melden und unbedingt in das Verbandbuch einzutragen.
- Freigesetztes Sterilisiergut aufnehmen und desinfizieren.

INSTANDHALTUNG UND ENTSORGUNG

- Im Dampfdruckkochtopf behandelte Abfälle können im Hausmüll entsorgt werden.
- Vor jeder Benutzung sind die Dichtungen und Sicherheitsventile auf optische Schäden und Leichtgängigkeit zu prüfen.

Schule:	**VI.7.1.1.2 Musterbetriebsanweisung** Arbeitsbereich: Biologie Arbeitsplatz: Biologievorbereitungsraum XXX / Fachraum XXX Verantwortliche: Schulleiter / Fachlehrer Biologie	Datum: Unterschrift:

ANWENDUNGSBEREICH

Arbeiten mit Mikroorganismen in der Schutzstufe 1

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahren für die Umwelt bestehen durch Mikroorganismen der Risikogruppe 1 nach dem Stand der Wissenschaft nicht. Ein Infektionsrisiko für den Menschen ist unwahrscheinlich, ein allergenes oder toxisches Potential ist aber nicht auszuschließen.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN



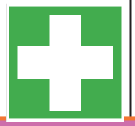


- Im Arbeitsraum geschlossenen Laborkittel, festes und geschlossenes Schuhwerk und gegebenenfalls Schutzbrille tragen. Vor dem Verlassen des Arbeitsraums Laborkittel ausziehen.
- Mundpipettieren ist verboten. Zum Pipettieren ausschließlich Pipettierhilfe benutzen.
- Aerosolbildung vermeiden, die Fenster und Türen der Arbeitsbereiche sollen während der Arbeiten geschlossen sein.
- Spritzen, Kanülen und Skalpelle sollen nur wenn unbedingt nötig benutzt werden. Benutzte Kanülen direkt in die Kanülenabfallbehälter geben, nie in die Schutzhüllen zurückstecken.
- Arbeitsplatz aufgeräumt und sauber halten.
- Nach Beendigung der Arbeiten Hände mit Wasser und Seife waschen.
- Im Arbeitsraum nicht Essen, Rauchen, Trinken, Kaugummi kauen oder Kosmetika auftragen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL — **Ruf:**

- Bei Freisetzung großer Mengen (z.B. Verschütten, Bruch einer Kulturflasche) Mitschüler warnen und den Fachlehrer sofort informieren.
- Kontaminierte Gegenstände oder Oberflächen sofort reinigen bzw. nass aufwischen und gegebenenfalls desinfizieren.
- Zum Wischen und Aufsaugen Zellstoff verwenden.

ERSTE HILFE — **Notruf 112**



- Offene Wunde auswaschen, möglichst ausbluten lassen und steril abdecken.
- Verletzungen sind dem Fachlehrer zu melden und in das Verbandbuch einzutragen.

INSTANDHALTUNG UND ENTSORGUNG

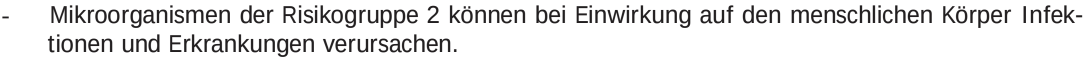
- Abfälle können über den Hausmüll bzw. Ausguss entsorgt werden. Schimmelpilzkulturen verschlossen entsorgen.

Schule:	**VI.7.1.1.3 Musterbetriebsanweisung** Arbeitsbereich: Biologie Arbeitsplatz: Biologievorbereitungsraum XXX / Fachraum XXX Verantwortliche: Schulleiter / Fachlehrer Biologie	Datum: Unterschrift:

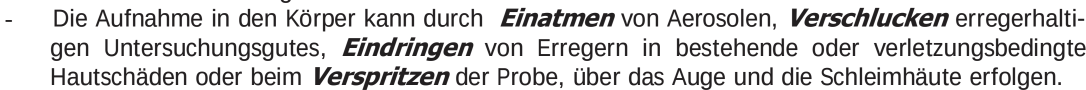
ANWENDUNGSBEREICH

Arbeiten mit Mikroorganismen in der Schutzstufe 2

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT



- Mikroorganismen der Risikogruppe 2 können bei Einwirkung auf den menschlichen Körper Infektionen und Erkrankungen verursachen.
- Die Aufnahme in den Körper kann durch ***Einatmen*** von Aerosolen, ***Verschlucken*** erregerhaltigen Untersuchungsgutes, ***Eindringen*** von Erregern in bestehende oder verletzungsbedingte Hautschäden oder beim ***Verspritzen*** der Probe, über das Auge und die Schleimhäute erfolgen.



- Bei vielen Tätigkeiten (z.B. Umfüllen, Ausplattieren, Pipettieren, Vortexen) können Aerosole (unsichtbare, feinste schwebende Tröpfchen) entstehen, die bei Einwirkung auf den Menschen Infektionen verursachen können.
- Freisetzung der Organismen kann die Umwelt belasten.

Biogefährdung

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

- Im Arbeitsraum sind ein geschlossener Schutzkittel, festes und geschlossenes Schuhwerk und gegebenenfalls Schutzbrille zu tragen. Die Schutzkleidung darf nur in den Arbeitsräumen getragen werden und ist beim Verlassen abzulegen. Verschmutzte Schutzkleidung ist für die desinfizierende Reinigung in dafür vorgesehenen und gekennzeichneten Behältern zu sammeln.
- Nach Beenden der Tätigkeit mit biologischen Arbeitsstoffen sind die Hände zu desinfizieren, zu waschen und zu pflegen.

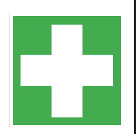


- Sämtliche Arbeiten, bei denen mit Aerosolbildung zu rechnen ist (z.B. Umfüllen, Ausplattieren, Anfertigen von Verdünnungsreihen, Pipettieren, Mischen) sind unter einer mikrobiologischen Sicherheitswerkbank durchführen.
- Mundpipettieren ist verboten. Zum Pipettieren ausschließlich Pipettierhilfe benutzen.
- Bei der Zentrifugation dicht schließende Zentrifugenröhrchen (Schraubverschluss mit O-Ring) verwenden.
- Während des direkten Umgangs mit infektiösem Material müssen Einmalhandschuhe (Typ:.............) getragen werden. Schmierkontaminationen sind dabei zu vermeiden.
- Kontaminierte Arbeitsgeräte müssen vor einer Reinigung autoklaviert oder desinfiziert werden.
- Pathogene Mikroorganismen dürfen nur in gekennzeichneten, verschlossenen und gegen Bruch geschützten Behältern transportiert werden.
- Im Arbeitsraum nicht Essen, Rauchen, Trinken, Kaugummi kauen oder Kosmetika auftragen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL **Ruf:**

- Bei Freisetzung großer Mengen (z.B. Verschütten, Bruch einer Kulturflasche) Mitschüler warnen und den Fachlehrer sofort informieren.
- Zu Beseitigung der Kontamination sind Schutzbrille, Einmalhandschuhe (Typ:............................) und bei möglichem Vorhandensein von Aerosolen filtrierende Halbmaske der Schutzstufe FFP3 zu tragen.
- Kontaminierte Gegenstände oder Oberflächen sofort reinigen bzw. nass aufwischen und gegebenenfalls desinfizieren.
- Zum Wischen und Aufsaugen Zellstoff verwenden.

ERSTE HILFE **Notruf 112**



- Offene Wunde auswaschen, möglichst ausbluten lassen und steril abdecken.
- Bei Spritzer ins Auge mit der Augendusche intensiv spülen.
- Verletzungen sind dem Fachlehrer zu melden und in das Verbandbuch einzutragen.
- Bei intensivem Kontakt (z.B. Verschlucken, Inkorporation durch Verletzungen) gegebenenfalls Arzt aufsuchen.

INSTANDHALTUNG UND ENTSORGUNG

- Sämtliche kontaminierten Abfälle autoklavieren. Danach können die Abfälle über den Hausmüll bzw. Ausguss entsorgt werden.

Schule:	**VI.7.1.1.4 Musterbetriebsanweisung** **VI.7.1.1.5 Hausmeister/ Reinigungspersonal** Arbeitsbereich: Biologie Arbeitsplatz: Biologievorbereitungsraum XXX / Fachraum XXX Verantwortliche: Schulleiter / Fachlehrer Biologie	Datum: Unterschrift:

ANWENDUNGSBEREICH

Wartungs- und Reinigungsarbeiten in Räumen, die mit dem Symbol „Biogefährdung“ gekennzeichnet sind

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT



- Mikroorganismen der Risikogruppe 2 können bei Einwirkung auf den menschlichen Körper Infektionen und Erkrankungen verursachen.
- Die Aufnahme in den Körper kann durch ***Einatmen*** von Aerosolen, ***Verschlucken*** erregerhaltigen Untersuchungsgutes, ***Eindringen*** von Erregern in bestehende oder verletzungsbedingte Hautschäden oder beim ***Verspritzen*** der Probe, über das Auge und die Schleimhäute erfolgen.
- Freisetzung der Organismen kann die Umwelt belasten.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN



- Nur unterwiesenes Personal darf die gekennzeichneten Räume betreten.
- Die Zugangstüren zu den gekennzeichneten Räumen dürfen nicht offen stehen.
- Geräte und Kulturen dürfen ohne ausdrückliche Anweisung nicht berührt oder entsorgt werden.
- Tische, auf denen sich Versuchsanordnungen befinden, dürfen durch das Reinigungspersonal nicht gereinigt werden.
- Schränke dürfen nur äußerlich gereinigt werden.
- Nicht abgeschaltete Gas- oder Elektroversorgung, offene Gashähne, Gasgeruch oder beschädigte Steckdosen oder Geräte sind sofort dem Fachlehrer/ Hausmeister oder Schulleiter zu melden.
- In den gekennzeichneten Räumen nicht Essen, Trinken, Rauchen, Kaugummi kauen oder Kosmetika auftragen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

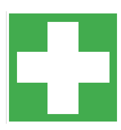
Ruf:

Sollte trotz der Vorsichtsmaßnahmen eine Gefahrensituation (z.B. Bruch einer Kulturflasche) eintreten

- muss der Raum verlassen werden und
- müssen Hausmeister oder Fachlehrer sofort über sämtliche Vorkommnisse informiert werden.

ERSTE HILFE

Notruf 112



- Offene Wunden auswaschen, möglichst ausbluten lassen und steril abdecken.
- Bei Spritzer ins Auge mit der Augendusche intensiv spülen.
- Verletzungen sind dem Fachlehrer/ Schulleiter zu melden und in das Verbandbuch einzutragen.
- Bei intensivem Kontakt (z.B. Verschlucken, Inkorporation durch Verletzungen) gegebenenfalls Arzt aufsuchen.

INSTANDHALTUNG UND ENTSORGUNG

- Abfallbehälter, die mit dem Symbol „Biogefährdung“ gekennzeichnet sind, werden nicht entleert.

III – 3.5 Häufig gestellte Fragen (FAQs)

Experimente am Menschen

1. Sind Eigenexperimente z.B. Blutzuckertest in der Schule zulässig? Welche Vorschriften sind zu beachten?

Die Demonstration eines Blutzuckertests durch einen an Diabetes erkrankten Schüler ist möglich. Das Einverständnis des betroffenen Schülers und der Eltern sollte unbedingt eingeholt werden.

2. Ist eine Blutgruppenbestimmung von Schülerblut erlaubt?

Nein, es ist nicht erlaubt, dass Schüler eine Blutgruppenbestimmung ihres Blutes durchführen. Auch bei Versuchen mit Eigenblut kann ein Kontakt der Schüler untereinander und somit eine mögliche Belastung mit Hepatitis B oder C, HIV etc. nicht ausgeschlossen werden. Für die Bestimmung muss Modellblut oder von behördlich beaufsichtigten Institutionen (z.B. Hilfsorganisationen) getestetes Blut eingesetzt werden.

Experimente mit Tieren

3. Dürfen Schüler lebende Haustiere mitbringen?

Gesunde Tiere dürfen in die Schule mitgebracht werden. Man kann von der Gesundheit der Tiere ausgehen, wenn sie regelmäßig den Tierarzt besuchen und bei ihnen keine Erkrankung festgestellt wurde.

4. Dürfen tote Tiere mit in die Schule gebracht werden?

Tote Tiere dürfen nicht in die Schule gebracht werden, da eine Erkrankung der Tiere und mögliche Übertragung auf den Menschen (z.B. Tollwut) nicht ausgeschlossen werden kann.

5. Welche Gefahren sind bei der Präparation und Entsorgung von Schweine- oder Rinderaugen zu beachten?

In der Schule sollten nur Schweineaugen untersucht werden, da es sich bei Rinderaugen um Risikomaterial bzgl. BSE handelt. Die Einhaltung von allgemeinen Hygienemaßnahmen sollte selbstverständlich sein. Die Entsorgung der Augen kann über den Schlachthof oder eine Schlachterei/Metzgerei oder auch über den Hausmüll erfolgen. Auf Grund des Schutzes Dritter sollten die Schweineaugen vor der Entsorgung verpackt werden.

6. Sind in der Schule Versuche mit tierischem Blut zulässig?

Es ist wichtig darauf zu achten, dass nur Blut von gesunden Tieren in der Schule verwendet wird. Das Blut sollte über einen Schlachthof bezogen werden, wo die Tiere vom Amtstierarzt untersucht werden.

7. Müssen die Schüler bei der Untersuchung von z.B. Schweineherzen oder Forellen usw. Einmalhandschuhe tragen?

Die BioStoffV fordert in diesem Fall nicht das Tragen von Einmalhandschuhen. Falls Einmalhandschuhe verwendet werden, ist aufgrund gesundheitlicher Risiken auf Latexhandschuhen zu verzichten (Alternativen: Vinyl-, Nitrilkautschuk-Handschuhe,...).

Experimente mit Mikroorganismen

8. Welche Bakterienstämme dürfen verwendet werden?

Es dürfen alle Bakterien der Risikogruppe 1 verwendet werden. Beim gezielten Einsatz von Bakterien der Risikogruppe 2 in der Schule sind weitere geeignete Maßnahmen (s. BioStoffV bzw. I – 6.4.3 dieser Regel) notwendig.

9. Ist der Umgang mit selbst gezüchteten Bakterienkolonien erlaubt?

Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung gibt die geeigneten Schutzmaßnahmen vor. Bei bekannten, definierten Bakterienstämmen (Reinkulturen) der Risikogruppe 1 kann eine weitere Anzucht unter Beachtung der Schutzmaßnahmen in I – 6.4.2 erfolgen. Verunreinigte Kulturen müssen sterilisiert werden.

10. Ist das Anzüchten von Schimmelpilzen auf Lebensmitteln, sowie Versuche zum Verderben und Haltbarmachen von Lebensmitteln zulässig?

Wichtig ist, dass eine Sporenverbreitung vermieden wird und die Proben in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden.

11. Was ist bei der Gewässeruntersuchung (Ökologie) zu beachten?

In der Regel gehören die Mikroorganismen in Gewässern (Teichen, Tümpeln, Bächen) der Risikogruppe 1 an. Daher sind die Schutzmaßnahmen wie sie im I – 6.4.2. beschrieben sind zu beachten.

In Gewässern, die mit Abwasser, Gülle oder Düngemitteln belastet sind, kommen Mikroorganismen der Risikogruppe 2 vor. Solche Untersuchungen fallen unter die Schutzstufe 2 und sind als Lehrerexperiment durchzuführen. Entsprechende Maßnahmen (s. I – 6.4.3) sind zu treffen.

12. Wie entsorgt man angelegte Bakterien- und Schimmelpilzkulturen?

Kulturen mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1 können über den Ausguss bzw. Hausmüll entsorgt werden. Kann das Auftreten von biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 2 nicht ausgeschlossen werden, sind die Kulturen vor der Entsorgung im Autoklaven oder Dampfdruckkochtopf zu sterilisieren. (siehe auch Arbeitsanweisung „Arbeiten mit Dampfdruckkochtopf, Sterilisation“).

13. *Reicht es aus die Sterilisation von Mikroorganismen im Dampfdruckkochtopf durch zu führen?*

Grundsätzlich ist eine Sterilisation im Dampfdruckkochtopf möglich. Der Erfolg der Sterilisation im Dampfdruckkochtopf ist abhängig von Temperatur und Druck. Es empfiehlt sich mit Hilfe von sporenbildenden Teststämmen (meist Bacillus subtilis, im Handel erhältlich) die Funktionsfähigkeit nachzuweisen bzw. die notwendige Sterilisationsdauer zu ermitteln. Einfache „Selbsttests“ mit in der Schule vorhandenen Versuchsstämmen in regelmäßigen Abständen (vor Verwendung oder mindestens einmal jährlich) sind erforderlich.

14. Sind Untersuchungen von Bakterien im Abfall in der Schule erlaubt?

Bei dieser Untersuchung handelt es sich um eine nicht gezielte Tätigkeit, da nicht bekannt ist, welche Mikroorganismen im Einzelnen im Abfall enthalten sind; da im Abfall Bakterien und Pilze der Risikogruppe 2 sowie Mikroorganismen mit allergischem Potential enthalten sein können, müssen geeignete Maßnahmen für die Schutzstufe 2 ergriffen werden (siehe I – 6.4.3).

15. Können Kompostierungsversuche im Klassenzimmer durchgeführt werden?

Bei der Kompostierung werden Schimmelpilzsporen mit sensibilisierendem Potential in größeren Mengen freigesetzt. Da bei diesem Versuch eine Aerosolbildung nicht zu vermeiden ist, sollten Kompostierungsversuche nur im Freien durchgeführt werden.

16. Welche gentechnischen Experimente sind in der Schule erlaubt ?

Zunächst muss unterschieden werden, ob gentechnische Arbeiten (im Sinne des Gentechnik-Rechts) oder genetische Experimente durchgeführt werden (s. I – 6.3). Bei genetischen Experimenten mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1 sind die Schutzmaßnahmen in I – 6.4.2 dieser Regel ausreichend. Käuflich erworbene Phagen dürfen nur eingesetzt werden, wenn eine Unbedenklichkeitsbescheinigung vom Lieferanten vorliegt. Der Einsatz des „blue genes“-Koffers erfüllt alle Bedingungen und ist insofern unproblematisch.

Sollen gentechnische Arbeiten durchgeführt werden (z.B. Versuche mit GFP), so müssen die weitergehenden Anforderungen des Gentechnik-Rechts beachtet werden.

17. Fallen Arbeiten zur DNA-Isolation unter die BioStoffV?

Versuche bei denen DNA aus Tomaten oder Zwiebeln isoliert wird fallen nicht unter die BioStoffV und erfordern somit keine entsprechenden Schutzmaßnahmen gemäß BioStoffV. Bei diesem Versuch müssen aber die Gefährdungen berücksichtigt werden, die sich aus dem Umgang mit den eingesetzten Gefahrstoffen ergeben.

18. Was ist bei biochemischen Methoden zur Veränderung von Bakterien im Schullabor zu beachten?

Bei Mutagenese-Experimenten ist darauf zu achten, dass Bakterien der Risikogruppe 1 eingesetzt werden, ggf. müssen Maßnahmen nach GefStoffV getroffen werden.

<u>Exkursionen und Sonstiges:</u>

19. Welche Vorbereitungen müssen bei Freilandexkursionen bzw. bei Arbeiten im Schulgarten getroffen werden?

Schüler und ggf. Eltern sollten über mögliche Infektionen (z.B. FMSE, Borrelliose durch Zeckenbiss) informiert werden. Bei Exkursionen sollte geeignete Kleidung (lange Hosen, langärmliges Oberteil) getragen werden.

Allergien müssen im Vorfeld abgeklärt sein.

Für Arbeiten im Schulgarten ist ein Impfschutz gegen Tetanus angeraten. Entsprechende Informationen zum Impfstatus der Schüler sollten im Vorfeld eingeholt werden.

20. Darf man mit Schülern Pilze sammeln, zubereiten und verzehren?

Die Sammlung und Bestimmung von Pilzen ist unproblematisch. Giftige Pilze sind zu kennzeichnen. Auf Zubereitung und Verzehr der Pilze ist zu verzichten.

21. Spielt die BioStoffV im Hauswirtschaftsunterricht eine Rolle?

In Lebensmitteln (z.B. Milchprodukte, Hackfleisch, verschimmeltes Brot) sind Mikroorganismen enthalten. In den meisten Fällen handelt es sich um nicht gezielte Tätigkeiten im Sinne der BioStoffV. Je nach Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung müssen entsprechende Maßnahmen gemäß der BioStoffV und der Hinweise in dieser Regel eingehalten werden.

22. Darf frische Kuhmilch vom Bauernhof (Rohmilch) verzehrt oder weiter verarbeitet werden?

Rohmilch kann Bakterien der Gattung Campylobacter, insbesondere Campylobacter jejuni und andere Krankheitserreger enthalten. Diese Bakterien können Darmerkrankungen verursachen, wenn sie mit getrunkener Rohmilch als Vehikel in den Körper gelangen. Kinder sind empfänglicher für Campylobacter-Infektionen als Erwachsene.

Zum Schutz vor Campylobacter-Infektionen ist es wichtig die Rohmilch, die direkt von Erzeuger abgegeben wird, vor dem Verzehr bzw. weiteren Verarbeitung abzukochen!

III – 3.6 Schülerlabore – Praktische Versuche mit biologischen Arbeitsstoffen

Labor	Region	Hompage
Netzwerk Schülerlabore	Deutschland	www.lernort-labor.de
Schülerlabore der Helmholtz-Gemeinschaft		www.helmholtz.de/de/Helmholtz_als_Partner/Schuelerlabore/MDC_-_Mit_Herzblut_dabei.html
Schullabor Novartis	Basel	www.schullabor.ch/schullabor.html
Demonstrationslabor Bio-/ Gentechnik	Bayreuth	www.uni-bayreuth.de/departments/didaktik-bio/genlabor/angebote.html
Schülerlabore der LMS (Lise-Meitner-Schule)	Berlin	www.lise.be.schule.de
Gläsernes Labor	Berlin	www.glaesernes-labor.de
NatLab	Berlin	www.natlab.de
Alfried-Krupp-Schülerlabor (Ruhruniversität Bochum)	Bochum	www.aks.rub.de
Forschung und Schule (FuSch)	Borstel	www.fz-borstel.de/fusch/index.htm
BioS Biotechnisches Schülerlabor Braunschweig	Braun-schweig	www.gbf.de/bio-s/index.htm
BIO-TE(A)CH	Dresden	www.bio-teach.de
Gläsernes Labor	Dresden	www.dhmd.de (Deutsches Hygiene-Museum Dresden)
Schülerlabor am Forschungszentrum	Eggenstein-Leopolds-hafen Karlsruhe	www.fortbildung.fzk.de
Gentechnik zum Begreifen	Erlangen	www.biologie.uni-erlangen.de/mibi/schule/schuleindex.htm
Schülerlabor der Fh Flensburg „Bio-technologie zum Anfassen“	Flensburg	www.fh-flensburg.de/vt/f/f_schulen.htm
Genomix (Industriepark Hoechst)	Frankfurt am Main	www.sanofi-aventis.de (Menü: „Über uns/Unser Engagement“)
Grünes Labor Gatersleben	Gatersleben	www.gruenes-labor.de
Science Bridge (Mobiles Labor)	Gießen	www.sciencebridge.net
XLAB-Göttinger Experimentallabor für junge Leute e.V.	Göttingen	www.xlab-goettingen.de
Genlabor	Greifswald	www.fmvev.net
Schüler AG des IGZ	Großbeeren	www.igzev.de

Labor	Region	Hompage
		(Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau)
Naturwissenschaftliches Zentrum (NWZ)	Hamburg	www.li-hamburg.de (Landesinstitut für Lehrerfortbildung und Schulentwicklung)
Bio-Lab Baden-Württemberg on Tour	Heroldsberg	www.biolab-bw.de
Nta-Schülerlabor	Isny	www.nta-isny.de (Menü: „Was bieten wir")
Science Bridge – Mobiles Schülerlabor	Kassel	www.sciencebridge.de
Köln PUB e.V.	Köln	www.koelnpub.de
Schüler AG der Bayer Chemiepark Leverkusen	Leverkusen	www.leverkusen.bayer.de (Suchfunktion: „Schülerlabor Gentechnik")
Lübecker Offenes Labor (LOLA)	Lübeck	www.bioweb.uni-luebeck.de/LOLA/index.htm
Xplore! – Das Biotechlabor der BASF	Ludwigsha-fen	www.rheinneckarweb.de/young-corner/schueler/xplore
Praktikumslabor der Martinsrieder Max-Planck-Institute	Martinsried	www.neuro.mpg.de/news_events/school/index.html
Initiative Schullabor München	München	www.schul-labor-muenchen.de
Das Besucherlabor – Genforschung begreifen	München, deutsches Museum	www.deutsches-museum.de (Menü: „Ausstel-lungen, Neue Projekte")
Gläsernes Labor des Forschungszent-rums für Umwelt und Gesundheit	Neuherberg bei Mün-chen	www.gsf.de/neu/gsf-lab/index.php
Mach-Mit-Labor	Saarbrücken	www.bernhardt.biochem.uni-sb.de/machmit/mml.html
Baylab, die Schülerlabor-Initiative von Bayer Health Care	Wuppertal	www.wuppertal.bayer.de/index.cfm?PAGE_ID=314

III – 4 Anlagen zur Physik: Formulare zum Umgang mit radioaktiven Stoffen und Schulröntgeneinrichtungen

Beim Umgang mit radioaktiven Stoffen und Schulröntgeneinrichtungen muss der Strahlenschutz an der Schule organisiert werden. Zur Orientierung dienen die folgenden Formulare.

III – 4.1 Bestellung der/des Strahlenschutzbevollmächtigten (Schulleiterin/Schulleiter)

Name und Anschrift des Strahlenschutzverantwortlichen

An *die Schulleiterin / den Schulleiter*

Strahlenschutz in Schulen

hier: Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht an allgemeinbildenden Schulen (RiSU)

Sehr geehrte Frau / sehr geehrter Herr ,

hiermit bestelle ich Sie gemäß § 13 Abs. 2 StrlSchV bzw. § 31 Abs. 2 RöV für die *Bezeichnung der Schule* zum/zur

Strahlenschutzbevollmächtigten.

Durch die Bestellung werden Ihnen die dem Schulträger als Strahlenschutzverantwortlichen obliegenden Aufgaben und Pflichten gem. §§ 31 – 35 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 29.08.2008 (BGBl. I S. 1793) und §§ 13 - 15 und 18 der Röntgenverordnung (RöV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 30.04.2003 (BGBl. I S. 604) übertragen.

Die Funktion des Strahlenschutzverantwortlichen verbleibt beim Schulträger.

Die Bevollmächtigte / Der Bevollmächtigte wird nicht in eigener Person zur Strahlenschutzverantwortlichen. Sie haftet aber für die ordnungsgemäße Erledigung der ihr übertragenen Aufgaben:

- I – 8.3.1 ff. RiSU;
- Beachtung und Einhaltung der Anzeige- und Mitteilungspflichten gegenüber der nach Strahlenschutzrecht zuständigen Behörde.

Den Erhalt dieser Bevollmächtigung und der Anlage bitte ich mit Ihrer Unterschrift zu bestätigen. Senden Sie hierzu die beigefügte Kopie dieses Schreibens bis zum an mich zurück.

Mit freundlichen Grüßen

III – 4.2 Bestellung der/des Strahlenschutzbeauftragten

Bei der Beauftragung sind die Entscheidungsbereiche des/der Strahlenschutzbeauftragten festzulegen. Dabei sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Der innerbetriebliche Entscheidungsbereich muss einerseits lückenlos abgedeckt sein, darf andererseits nicht doppelt besetzt sein.
- Bei Urlaub oder Krankheit eines Strahlenschutzbeauftragten können Vertreter dessen Aufgaben übernehmen.
- Verantwortliche müssen einem Strahlenschutzbeauftragten Weisungsrecht für seinen Entscheidungsbereich einräumen.

Wenn sich Aufgaben und Befugnisse ändern oder ein Strahlenschutzbeauftragten aus seiner Funktion ausscheidet, ist die der zuständigen Behörde vom Strahlenschutzverantwortlichen unverzüglich mitzuteilen.

Übersicht über die Entscheidungsbereiche in der Schule:

	sachlich	Räumlich
Ein Strahlenschutzbeauftragter z.B. Sammlungsleiter	• Buchführung (Inventurverzeichnis) • Jährliche Bestandsmeldung • Änderungsmeldungen • veranlasst Dichtigkeitsprüfung (alle 10 Jahre) • veranlasst Prüfung des Röntgenge räte (alle 5 Jahre) • Aufbewahrung und Ausgabe der Schlüssel • Umgang mit radioaktiven Stoffen im Zusammenhang mit dem Unter richt • Umgang mit Röntgeneinrichtungen im Zusammenhang mit dem Unter richt	• Unterrichtsräume • Vorbereitungsräume • die gesamte Schule
Alle anderen Strahlenschutzbeauftragten (Einer dieser SSB wird zum Vertreter des SSB mit dem umfassenden Entscheidungsbereich bestimmt.)	• Umgang mit radioaktiven Stoffen im Zusammenhang mit dem Unter richt • Umgang mit Röntgeneinrichtungen im Zusammenhang mit dem Unter richt	• Unterrichtsräume • Vorbereitungsräume

Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten in Schulen

- ☐ **Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten gemäß § 31 Abs. 2 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)**
- ☐ **Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten gemäß § 13 Abs. 2 Röntgenverordnung (RöV)**

Sehr geehrte/r Frau/Herr ____________________

hiermit bestelle ich Sie zur/zum

Strahlenschutzbeauftragten

☐ **nach der Strahlenschutzverordnung**
☐ **nach der Röntgenverordnung**

Die Bestellung gilt für folgenden innerschulischen Entscheidungsbereich, für den Ihnen die Leitung oder Beaufsichtigung des Betriebsablaufes hinsichtlich des Strahlenschutzes obliegt:

räumlich:

sachlich:

In diesem Entscheidungsbereich wird Ihnen:

- die Erfüllung aller Aufgaben gemäß § 33 StrSchV / § 15 RöV und I – 8.3.3 / I – 9.4.3 RiSU
- insbesondere ist darauf zu achten, dass [2]
  - jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt vermieden wird und
  - jede Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles auch unterhalb der in der Strahlenschutzverordnung oder der Röntgenverordnung festgelegten Grenzwerte so gering wie möglich gehalten wird.

  Dazu gehört auch die Einhaltung von Bestimmungen in Genehmigungsbescheiden (Bauartzulassungen) sowie die Beachtung der von der Behörde erlassenen Anordnungen und Auflagen.
- bezüglich der Einhaltung der Vorschriften der StrlSchV/RöV das Weisungsrecht übertragen.

____
(Ort und Datum) (Strahlenschutzbevollmächtigter)

Zur Kenntnis genommen am:
(Strahlenschutzbeauftragte/r)

Die Fachkundebescheinigung ist dieser Bestellung beizufügen.

- nach Strahlenschutzrecht zuständige Behörde
- Personalakte

[1] Damit sind auch alle Aufgaben und Pflichten gemeint, die sich aus § 31 Abs. 2 StrlSchV und § 15 Abs. 2 RöV ergeben. Auf neue gesetzliche oder verwaltungsrechtliche Änderungen ist zu achten, d.h. jede Änderung des Entscheidungsbereiches ist der Aufsichtsbehörde unverzüglich anzuzeigen.

[2] Dieser Spiegelstrich verdeutlicht die Verpflichtung. das Minimierungsgebot (§ 28 Abs. 1 StrlSchV und § 15 Abs. 1 RöV) streng einzuhalten.

III – 4.3 Muster einer Strahlenschutzanweisung

Strahlenschutzanweisung für den Einsatz von radioaktiven Vorrichtungen

1. Einleitung

Radioaktive Vorrichtungen sind zum Einsatz im Unterricht bestimmte radioaktive, bauartzugelassene Strahler. Diese radioaktiven Stoffe sind von einer festen, inaktiven Hülle umschlossen oder in festen inaktiven Stoffen ständig so eingebettet, dass bei üblicher betriebsgemäßer Beanspruchung ein Austritt radioaktiver Stoffe mit Sicherheit verhindert wird.
Bei Einhaltung aller Arbeitsregeln dieser Strahlenschutzanweisung liegt der Erwartungswert der effektiven Dosis für Mitarbeiter, die Radioaktive Vorrichtungen verwenden, unter 1 mSv pro Jahr.

2. Rechtliche Grundlage

Diese Strahlenschutzanweisung berücksichtigt die Vorschriften der §§ 31 und 34 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV).

3. Geltungsbereich

Die Strahlenschutzanweisung gilt für die

Bezeichnung und Anschrift der Schule

Der sachliche Geltungsbereich erstreckt sich auf den *[genehmigungsbedürftigen]* Umgang mit radioaktiven Vorrichtungen. Mitarbeiter, die radioaktive Vorrichtungen verwenden, haben diese Strahlenschutzanweisung einzuhalten und die Anordnungen des Strahlenschutzbeauftragten zu befolgen.

4. [Genehmigung]

Mit dem Genehmigungsbescheid [*Aktenzeichen*] vom [*Datum*] von [*zuständige Genehmigungsbehörde*] ist der Einsatz von radioaktiven Vorrichtungen genehmigt.

5. Strahlenschutzorganisation

Die Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen werden wahrgenommen von
Strahlenschutzbevollmächtigte(r)

Der zuständige Strahlenschutzbeauftragte ist
Strahlenschutzbeauftragter mit besonderen Aufgaben

Als Vertreter für den oben genannten Strahlenschutzbeauftragten ist bestellt:
weitere(r) Strahleschutzbeauftragte

Außerhalb der Betriebszeit kann der Strahlenschutzbeauftragte erreicht werden über:

Telefon

6. Unterweisung

Jede Person muss vor Aufnahme der Tätigkeit über die Arbeitsmethoden, die möglichen Gefahren, die anzuwendenden Sicherheits- und Schutzmaßnahmen und den für die Tätigkeit wesentlichen Inhalt der Strahlenschutzverordnung *[und der Genehmigung]* unterwiesen belehrt worden sein. Diese Strahlenschutzanweisung und zusätzliche Gebrauchsanweisungen bzw. Betriebsanleitungen sind ebenfalls Teil der Belehrung. Die Unterweisung wird *jährlich* wiederholt, sofern die Person im Rahmen dieser Strahlenschutzanweisung weiterhin tätig ist. Für die Unterweisung ist der Strahlenschutzbeauftragte zuständig.
Über den Inhalt und den Zeitpunkt der Belehrung werden Aufzeichnungen geführt, die von der belehrten Person zu unterzeichnen sind.

7. Regelungen zum Umgang mit radioaktiven Stoffen

- Mit den radioaktiven Stoffen dürfen nur Personen umgehen, die dafür vom Strahlenschutzbeauftragten bestimmt wurden und eine entsprechende Belehrung oder Unterweisung erhalten haben.
- Die radioaktiven Stoffe sind nur bestimmungsgemäß zu verwenden. Nicht im Gebrauch befindliche radioaktive Stoffe sind in den dafür bestimmten Behältnissen aufzubewahren (siehe Punkt 8).
- Die radioaktiven Stoffe sind vor Verwendung einer Sichtkontrolle auf Beschädigung zu unterziehen. Es ist u. a. zu achten auf Deformation, Risse, Kratzer, poröse Stellen, Korrosion.
- Mit radioaktiven Stoffen darf nur in den naturwissenschaftlichen Fachräumen umgegangen werden.
- Radioaktive Stoffe dürfen nur zur unmittelbaren Verwendung dem Lagerort entnommen werden. Sie sind nach Gebrauch unverzüglich zurückzubringen.
- Besteht der Verdacht auf Beschädigung oder Undichtheit, so ist die radioaktive Vorrichtung nicht mehr zu verwenden und der Strahlenschutzbeauftragte unverzüglich und die zuständige Behörde zu informieren.
- Der Versand von radioaktiven Stoffen erfordert besondere Maßnahmen, die in Absprache mit dem Strahlenschutzbeauftragten zu treffen sind.
- Vor einer Bestellung eines neuen oder gebrauchten radioaktiven Präparats ist der Strahlenschutzbeauftragte zu informieren.
- Es dürfen keine Veränderungen an der Umhüllung der radioaktiven Präparate vorgenommen werden. Die Hülle ist gegen Beschädigung sorgfältig zu schützen. Ein beschädigter Strahler darf nicht mehr verwendet werden.
- Beim Umgang mit radioaktiven Stoffen sind folgende Maßnahmen zu ergreifen, um eine Entwendung oder ein sonstiges Abhandenkommen der radioaktiven Stoffe und eine unbefugte Einwirkung auf sie zu verhindern:
- Überprüfung der Anzahl auf Vollständigkeit alle 12 Monate, im Rahmen der jährlichen Bestandsmitteilung.
- Fragen zum Umgang mit radioaktiven Stoffen sind an den Strahlenschutzbeauftragten zu richten.

8. Lagerung

Radioaktive Stoffe sind, solange sie nicht ihrer Zweckbestimmung entsprechend verwendet werden, an den folgenden Lagerorten diebstahl- und brandgeschützt (siehe § 65 StrlSchV) aufzubewahren:
Aufbewahrungsort

Korrosionsfördernde Stoffe sind fernzuhalten.

9. Maßnahmen bei Verdacht auf Kontamination

Bei Verdacht auf Kontamination ist sofort der Strahlenschutzbeauftragte zu informieren. Der Strahlenschutzbeauftragte veranlasst alle erforderlichen Maßnahmen (z.B. radioaktive Vorrichtung unter Verschluss nehmen, Wischtest durchführen, Wartungsdienst verständigen).

10. Personendosimetrische Überwachung

Personen, die mit radioaktiven Stoffen an Schulen oder Schulpräparaten umgehen, werden durch ihre Tätigkeit nicht zu beruflich strahlenexponierten Personen im Sinne der Strahlenschutzverordnung. Die effektive Dosis liegt unterhalb von 1 mSv pro Jahr. Eine Messung der Personendosis ist nicht erforderlich.

11. Verhalten bei sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen

Bei sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen (z.B. Kontaminationsverdacht, Inkorporationsverdacht, Diebstahl, Brand) ist der Strahlenschutzbeauftragte unverzüglich zu informieren.

Besteht bei einer Person der Verdacht auf Inkorporation von radioaktiven Stoffen, so ist eine Inkorporationskontrolle (Ausscheidungsanalyse, Ganzkörperzählermessung) durchführen zu lassen, die die betroffene Person zu dulden hat (§ 60 - 64 StrlSchV).

Diese Strahlenschutzanweisung tritt am *Datum* in Kraft.

______*Ort, Datum*________ *Unterschrift des Strahlenschutzbevollmächtigten*____

Alarmierungsplan

Feuerwehr **112**

Strahlenschutzbeauftragter: Name/Tel:

Schulleiter: Name/Tel:

Schulträger: Name/Tel:

Atomrechtlich zuständige Behörde:

Außerhalb der Dienstzeit ist folgende Stelle zu informieren:

Strahlenschutzbeauftragter Tel. *Handy ?*

III – 4.4 Bestandsmeldung, Veränderung des Bestands

Name und Anschrift der Schule (Stempel):	Strahlenschutzverordnung
	Zutreffendes ankreuzen oder ausfüllen
	Abdruck an:
	Strahlenschutzbeauftragten

An die *nach atomrechtlich zuständige Behörde*

über das Schulverwaltungsamt / Schulsachkostenträger

Mitteilung gemäß § 70 Abs. 1 Strahlenschutzverordnung - StrlSchV -

☐ Der nachfolgend aufgeführte Bestand an radioaktiven Präparaten war an unserer Schule am 31.01.20__ vorhanden.

☐ Nachfolgende radioaktive Präparate sind von unserer Schule am ______ erworben worden:

☐ Nachfolgende radioaktive Präparate sind von unserer Schule am ______ abgegeben worden:

An-zahl	Präparat	Aktivität	Form	Bauartzulassung
z.B. 1x	*z.B.: Ra-226*	*z.B: 330 kBq*	*z.B: umschlossen*	*z.B: NW77/86*

Strahlenschutzbeauftragte sind:

______________________ ______________________

______________________ ______________________

Ort, Datum: ______________________

Schulträger/Schulleitung*/ Strahlenschutzbeauftragter ______________________

III – 4.5 Muster der Fachkundebescheinigung

Muster
für eine Bescheinigung über die Fachkunde
Bescheinigung

Frau/Herr ______________________________

geboren am ________________________ in ______________________

wohnhaft in ____

hat durch Vorlage der Zeugnisse über die Ausbildung, des Nachweises über die praktische Erfahrung und der Bescheinigung über die erfolgreiche Teilnahme an (einem) von der zuständigen Stelle anerkannten Kurs(en) die Fachkunde im Strahlenschutz nach der Verordnung über den Schutz vor ionisierenden Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 20.07.2001, BGBl. I S. 1714, 2002 I S. 1459), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juni 2002 (BGBI. I S. 1869, 1903) für die Fachkundegruppe S 7.1 der Fachkunde-Richtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung vom 18. 06. 2004 erworben.

Ort Datum

Unterschrift der zuständigen Stelle

Siegel

III – 5 Künstliche optische Strahlung

Laser

Die Einstufung und Kennzeichnung der Laser erfolgt in Laserklassen gemäßder Norm DIN EN 60 825-1.(Ausgabe März 1997 bzw. Oktober 2003). Die neue Norm DIN EN 60 825-1 (VDE 0837 Teil 1), Ausgabe Oktober 2003, enthält eine geänderte Klassifizierung mit den Klassen 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B und 4. Dabei bleiben die Klassen 1, 2, 3B und 4 gegenüber der bisherigen Norm DIN EN 60825-1 Ausgabe März 1997 weitgehend unverändert. Neu sind die Klassen 1M und 2M statt der bisherigen Klasse 3A und die Klasse 3R als Unterklasse der bisherigen Klasse 3B. Zurzeit gibt es Laser, die nach der bisherigen DIN EN 60 825-1 (VDE 0837 Teil 1) Ausgabe März 1997 in die Laserklassen 1, 2, 3A, 3B und 4 klassifiziert wurden und zunehmend neue Laser, die nach der DIN EN 60 825-1 (VDE 0837 Teil 1) Ausgabe Oktober 2003 in die Laserklassen 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B und 4 klassifiziert werden. Spätestens seit 1. Januar 2004 müssen jedoch Laser-Einrichtungen, die neu in Verkehr gebracht werden, nach der aktuell gültigen Norm DIN EN 60 825-1 (VDE 0837 Teil 1) klassifiziert werden. Eine Pflicht zur Klassifizierung nach den neuen Laserklassen für vorhandene Lasereinrichtungen und solche, die bis zum 31. Dezember 2003 in Betrieb genommen worden sind, besteht nicht.

Im Folgenden sind die Definitionen aller Laserklassen aufgeführt:

Klasse 1:
Die zugängliche Laserstrahlung ist unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen ungefährlich.
Anmerkung:
Die „vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen“ sind beim bestimmungsgemäßen Betrieb eingehalten.
Bei Lasereinrichtungen der Klasse 1 können im oberen Leistungsbereich z.B. Blendung, Beeinträchtigung des Farbsehens und Belästigungen nicht ausgeschlossen werden.

Klasse 1M:
Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 4 000 nm. Die zugängliche Laserstrahlung ist für das Auge ungefährlich, solange der Strahlquerschnitt nicht durch optische Instrumente, z.B. Lupen, Linsen, Teleskope verkleinert wird.
Anmerkung:
Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 1M eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 1.
Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3R oder 3B auftreten.

Klasse 2:
Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) auch für das Auge ungefährlich. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1.
Anmerkung:
Bei Lasereinrichtungen der Klasse 2 ist das Auge bei zufälliger, kurzzeitiger Einwirkung der Laserstrahlung, d.h. bei Einwirkungsdauer bis 0,25 s nicht gefährdet. Lasereinrichtungen der Klasse 2 dürfen deshalb ohne weitere Schutzmaßnahmen eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass weder ein absichtliches Hineinschauen für die Anwendung über längere Zeit als 0,25 s, noch wiederholtes Hineinschauen in die Laserstrahlung bzw. spiegelnd reflektierte Laserstrahlung erforderlich ist. Von dem Vorhandensein des Lidschlussreflexes oder von anderen Abwendungsreaktionen zum Schutz der Augen darf in der Regel nicht ausgegangen werden.
Daher sollte man, falls Laserstrahlung der Klasse 2 ins Auge trifft, bewusst die Augen schließen und sich sofort abwenden. (siehe auch BGI 5092) Für kontinuierlich strahlende

Laser der Klasse 2 beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) Pgrenz = 1 mW (bei C_6 = 1).

Klasse 2M:
Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm. Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) für das Auge ungefährlich, solange der Strahlquerschnitt nicht durch optische Instrumente, z.B. Lupen, Linsen, Teleskope, verkleinert wird. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1M.
Anmerkung:
Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 2M eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 2.
Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3R oder 3B auftreten.

Klasse 3A:
Die zugängliche Laserstrahlung wird für das Auge gefährlich, wenn der Strahlquerschnitt durch optische Instrumente, z.B. Lupen, Linsen, Teleskope, verkleinert wird. Ist dies nicht der Fall, ist die ausgesandte Laserstrahlung im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm) bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s), in den anderen Spektralbereichen auch bei Langzeitbestrahlung, ungefährlich.
Anmerkung:
Bei Lasereinrichtungen der Klasse 3A handelt es sich um Laser, die nach der Norm/DIN EN 60825-1:1997 oder früher klassifiziert worden sind. Lasereinrichtungen der Klasse 3A, die nur im sichtbaren Wellenlängenbereich emittieren, können behandelt werden wie solche der Klasse 2M. Lasereinrichtungen der Klasse 3A, die nur im nicht sichtbaren Spektralbereich emittieren, können behandelt werden wie solche der Klasse 1M. Sofern keine optischen Instrumente verwendet werden, die den Strahlquerschnitt verkleinern, besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 3A, die nur im sichtbaren Spektralbereich emittieren, eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 2. Bei Lasereinrichtungen der Klasse 3A, die nur im nicht sichtbaren Spektralbereich emittieren, besteht eine vergleichbare Gefährdung wie bei Lasereinrichtungen der Klasse 1.

Klasse 3R:
Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 10^6 nm und ist gefährlich für das Auge. Die Leistung bzw. die Energie beträgt maximal das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung der Klasse 2 im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm und das Fünffache des Grenzwertes der Klasse 1 für andere Wellenlängen.
Anmerkung:
Lasereinrichtungen der Klasse 3R sind für das Auge potenziell gefährlich wie Lasereinrichtungen der Klasse 3B. Das Risiko eines Augenschadens wird dadurch verringert, dass der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) im sichtbaren Wellenlängenbereich auf das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung (GZS) für Klasse 2, in den übrigen Wellenlängenbereichen auf das Fünffache des Grenzwertes der zugänglichen Strahlung (GZS) für Klasse 1 begrenzt ist.
Für kontinuierlich strahlende Laser der Klasse 3R beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) Pgrenz = 5 mW (bei C_6 = 1) im Wellenlängenbereich 400 nm bis 700 nm.

Klasse 3B:
Die zugängliche Laserstrahlung ist gefährlich für das Auge, häufig auch für die Haut.
Anmerkung:
Das direkte Blicken in den Strahl bei Lasern der Klasse 3B ist gefährlich. Ein Strahlbündel kann üblicherweise sicher über einen idealeren diffusen Reflektor betrachtet werden, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- *Der minimale Beobachtungsabstand zwischen diffusem Reflektor und Hornhaut des Auges beträgt 13 cm,*
- *die maximale Beobachtungsdauer beträgt 10 s,*

- *keine gerichteten Strahlanteile können ins Auge treffen.*
- *Bei vielen Diffusoren ist mit gerichteten Strahlanteilen zu rechnen. Eine Gefährdung der Haut durch die zugängliche Laserstrahlung besteht bei Lasereinrichtungen der Klasse 3B, wenn die Werte der maximal zulässigen Bestrahlung (MZB) der Haut nach Anhang 2 überschritten werden.*

Klasse 4:
Die zugängliche Laserstrahlung ist sehr gefährlich für das Auge und gefährlich für die Haut. Auch diffus gestreute Strahlung kann gefährlich sein. Die Laserstrahlung kann Brand- und Explosionsgefahr verursachen.
Anmerkung:
Lasereinrichtungen der Klasse 4 sind Hochleistungslaser, deren Ausgangsleistungen bzw. -energien die Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS) für Klasse 3B übertreffen. Die Laserstrahlung von Lasereinrichtungen der Klasse 4 ist so intensiv, dass bei jeglicher Art von Exposition der Augen oder der Haut mit Schädigungen zu rechnen ist. Außerdem muss bei der Anwendung von Lasereinrichtungen der Klasse 4 immer geprüft werden, ob ausreichende Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren getroffen sind; siehe auch §§ 10 und 16.

III – 6 Elektrische Energie

III – 6.1 Begriffsbestimmungen

III – 6.1.1 Netzsysteme

Netzsysteme sind Energieversorgungssysteme mit Nennspannungen bis 1000 V.
Sie sind gegliedert nach

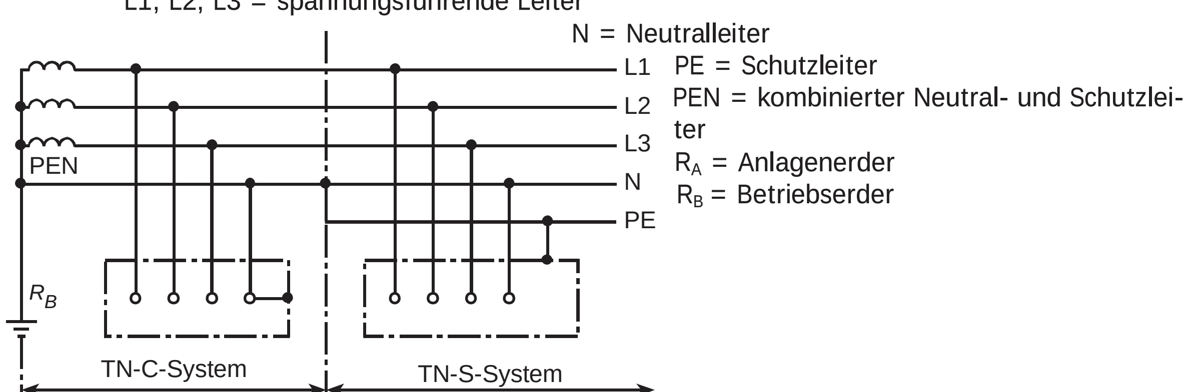
- Art der aktiven Leiter
- Art der Erdverbindung

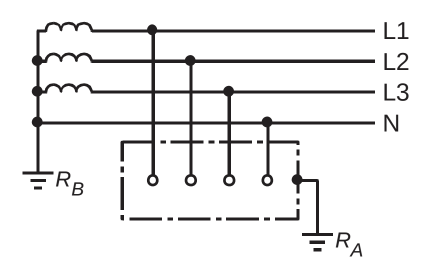
Erster Kennbuchstabe:
Erdungsverhältnisse der Stromquelle
T = (terre) direkt geerdet.

Zweiter Kennbuchstabe:
Erdungsverhältnisse der Verbraucher der elektrischen Anlage.
T = (terre) direkt geerdet, unabhängig von der etwa bestehenden Erdung der Stromquelle.
N = (neutral) über einen zusätzlichen Leiter mit der Stromquelle/dem Transformator verbunden.

Beim zweiten Kennbuchstaben "N" kann durch weitere Buchstaben angegeben werden, wie Neutralleiter (N) und Schutzleiter (PE) verlegt sind (siehe die folgenden Schaltbilder). Dabei bedeutet
S = (separated) Neutralleiter- und Schutzleiterfunktionen durch getrennte Leiter,
C = (combined) Neutralleiter- und Schutzleiterfunktionen kombiniert in einem Leiter, dem PEN-Leiter,
C-S = nur in einem Teil des Netzes sind die Funktionen des Neutralleiters und des Schutzleiters in einem einzigen Leiter, dem PEN-Leiter, zusammengefasst.

L1, L2, L3 = spannungsführende Leiter





Netzsystem
a) TN-C-S-System b) TT-System

Bereits die Berührung eines stromführenden Leiters (L1 oder L2 oder L3) führt zu einem Stromfluss durch den Körper zur Erde.
Körperdurchströmung ist lebensgefährlich!

Technische Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag (DIN VDE 0100-410) müssen je nach Verwendungszweck der Geräte und Anlagen durch folgende Schutzstufen realisiert werden.

III – 6.1.2 Basisschutz

Der Basisschutz wird auch als „Schutz gegen direktes Berühren“ oder als „1. Schutzebene“ bezeichnet.
Das Schutzziel heißt: Gefährliche aktive (strom- und spannungsführende) Teile dürfen nicht berührbar sein.
Dies wird dadurch erreicht, dass aktive Teile

- vollständig mit einer Basisisolierung abgedeckt sind, die nicht entfernt werden kann ohne sie zu zerstören.

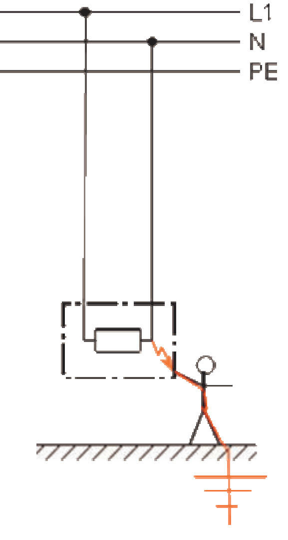
Beispiel: Die aktiven Teile eines vergossenen Steckernetzteiles sind gegen direktes Berühren geschützt.

- mit einer Abdeckung/Umhüllung versehen sind, die entfernt werden kann.

Beispiel: Jede Steckdose besitzt eine Abdeckung, die entfernt werden kann.
Das Gehäuse einer Mehrfachsteckdose (Tischverteilung) ist eine Umhüllung.

III – 6.1.3 Fehlerschutz

Der Fehlerschutz wird auch als „Schutz bei indirektem Berühren“ oder als „2. Schutzebene“ bezeichnet. Er verhindert, dass beim Auftreten eines Defektes berührbare Teile eine gefährliche Spannung annehmen.



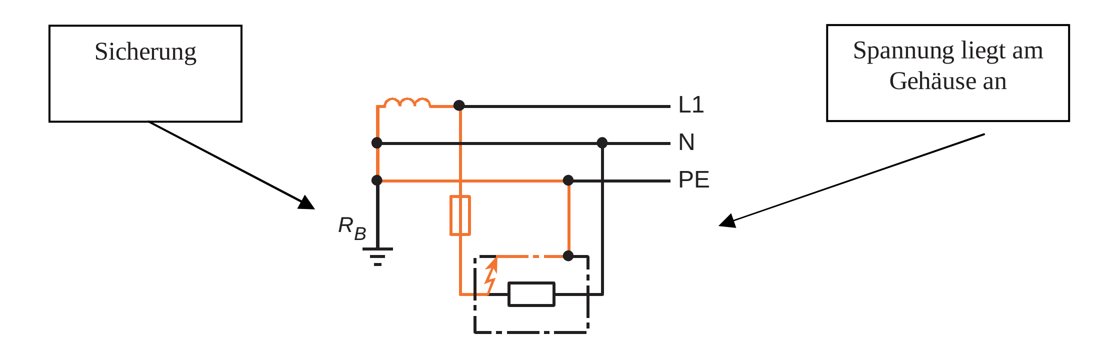
Dieser Schutz wird dadurch gewährleistet, dass in der elektrischen Anlage eine oder mehrere der folgenden Schutzmaßnahmen angewendet werden:

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung
- Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung
- Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung **eines** Verbrauchers
- Schutz durch Kleinspannungen mittels SELV oder PELV

III – 6.1.4 Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung

In den fest installierten elektrischen Anlagen in Gebäuden wird in der Regel der Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung angewandt.

Steht bei einem Gerätedefekt das leitfähige Gehäuse unter Spannung, fließt ein Strom vom Leiter L1 über das Gehäuse und den Schutzleiter PE zur Spannungsquelle zurück. Dieser Strom entspricht faktisch dem Kurzschlussstrom und löst die Überstromschutzeinrichtung (Sicherung F) aus; der Strom wird automatisch abgeschaltet.



F

Prinzip des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-S-System

Bei einer Berührung des unter Spannung stehenden Gehäuses fließt der Strom ohne Sicherung über den Körper zur Erde ab und es besteht Lebensgefahr.

Geräte mit Schutzleiter werden als Betriebsmittel der Schutzklasse I bezeichnet.

Symbol für Schutzklasse I



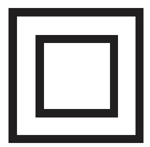
III – 6.1.5 Fehlerschutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung

Doppelte oder verstärkte Isolierung (auch Schutzisolierung genannt) liegt vor, wenn

- zusätzlich zur Basisisolierung eine weitere Isolierung oder
- eine verstärkte Isolierung vorhanden ist, die gleichzeitig Basis- und Fehlerschutz sicherstellt.

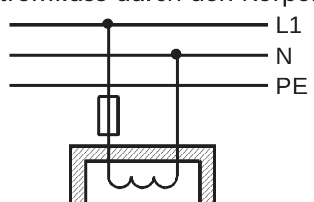
Diese Geräte besitzen keinen Schutzleiter und werden als Betriebsmittel der Schutzklasse II bezeichnet.





III – 6.1.6 Fehlerschutz durch Schutztrennung mit einem Verbraucher

Bei einer Schutztrennung wird der Verbraucher über einen eigenen erdfreien Stromkreis betrieben und ist dadurch sicher vom Netz getrennt. Bei einem Gerätefehler ist somit kein Stromfluss durch den Körper zur Erde möglich.



Wichtig: Es darf jeweils nur ein Verbraucher angeschlossen sein.

Das Schutzprinzip ist im folgenden Bild dargestellt:

Einpolige Berührung führt nicht zum elektrischen Schlag, weil die Spannungsquelle nicht mit Erde verbunden ist.
Prinzip der Schutztrennung

Als Voraussetzungen für die Schutztrennung muss eine sichere Trennung vom (geerdeten) Versorgungsnetz gewährleistet sein.

Symbol für einen Sicherheitstransformator
(Trenntransformator der Schutzklasse III)

III – 6.1.7 Fehlerschutz durch Kleinspannungen mittels SELV oder PELV

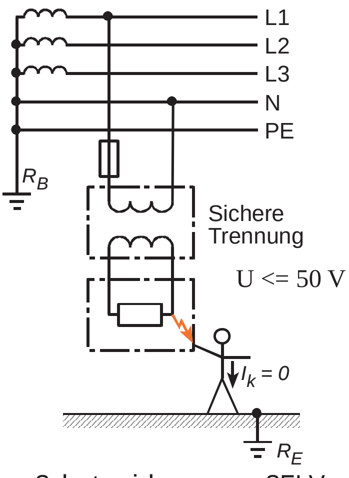
Die Abkürzungen SELV und PELV bedeuten:

SELV **S**afety **E**xtra-**L**ow **V**oltage (Schutzkleinspannung)
PELV **P**rotective **E**xtra-**L**ow **V**oltage (Funktionskleinspannung).

Von Kleinspannungen mit sicherer Trennung vom Netz, begrenzt auf max.

- AC 50 V (Wechselspannung 50 Hz) oder
- DC 120 V (Gleichspannung)

geht in der Regel keine gefährliche Berührungsspannung aus.
Unter ungünstigen Voraussetzungen sind aber auch bei diesen Spannungsgrenzen schädigende Wirkungen auf den Körper möglich. Darum ist grundsätzlich bei Verwendung von SELV oder PELV der Basisschutz obligatorisch.



Schutzwirkung von SELV

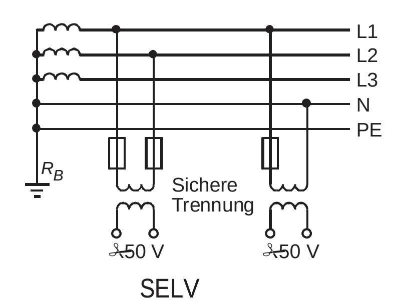
Zur Bereitstellung einer Kleinspannung SELV oder PELV sind prinzipiell geeignet:

- Schutztrenntransformatoren,
- Versorgung aus Akkus oder Batterien

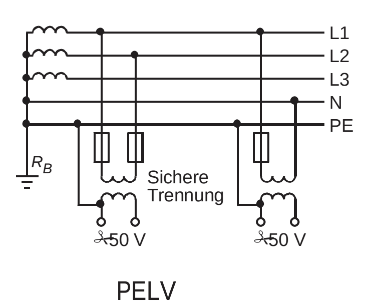
Kleinspannungsnetzteile oder Ladegeräte, z.B. für Handys oder Laptops erfüllen meist nicht den Anspruch an eine sichere Trennung und sind deshalb nicht geeignet.

Unterschied zwischen SELV und PELV:

- SELV ist erdfrei.
- PELV darf einseitig geerdet werden. Besonders in Bereichen der Informationstechnik kann es erforderlich sein, Kleinspannungen einseitig zu erden.



SELV



PELV

Im Gegensatz zur Schutztrennung dürfen bei SELV oder PELV beliebig viele Verbrauchsmittel angeschlossen werden.

Geräte mit verstärkter oder doppelter Isolierung, die mit SELV oder PELV arbeiten, werden als Betriebsmittel der Schutzklasse III bezeichnet.

Symbol für Schutzklasse III



In diesem Fall kann auf den Basisschutz verzichtet werden.
Geräte, die SELV max. AC 50 V / DC 120 V aus Netzspannung erzeugen, benötigen einen Sicherheitstransformator, der auf dem Typenschild mit EN 61558-2-6 (DIN VDE 0570-2-6) gekennzeichnet ist.

Wird die so erzeugte SELV oder PELV auf max. AC 25 V / DC 60 V begrenzt, bezeichnet man diese Spannung als **nicht berührungsgefährlich**.

III – 6.1.8 Zusätzlicher Schutz

Der zusätzliche Schutz wird auch als „3. Schutzebene" bezeichnet. Er wurde bisher nur für elektrische Anlagen in Betriebsstätten oder Räumen mit erhöhter Gefährdung oder erhöhtem Schutzbedürfnis, wie Experimentiereinrichtungen in Unterrichtsräumen, Räumen mit Badewanne oder Dusche und Baustellen gefordert.
Seit dem 1. Februar 2009 ist der zusätzliche Schutz für alle Steckdosenstromkreise bei Neuinstallation vorgeschrieben.

Für die in Deutschland üblichen TN- und TT-Netzsysteme mit Wechselspannung 50 Hz kann der zusätzliche Schutz nur durch **Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N}$ ≤ 30 mA** sichergestellt werden.

Die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) realisiert neben dem Basis- und dem Fehlerschutz eine zusätzliche Schutzebene. Basis- und Fehlerschutz werden damit nicht überflüssig. Im Fehlerfall schaltet die RCD den Fehlerstrom in höchstens 0,3 Sekunden ab. Durch die Fehlerstrombegrenzung und die kurze Ausschaltzeit werden schwerwiegende Gesundheitsschäden vermieden.



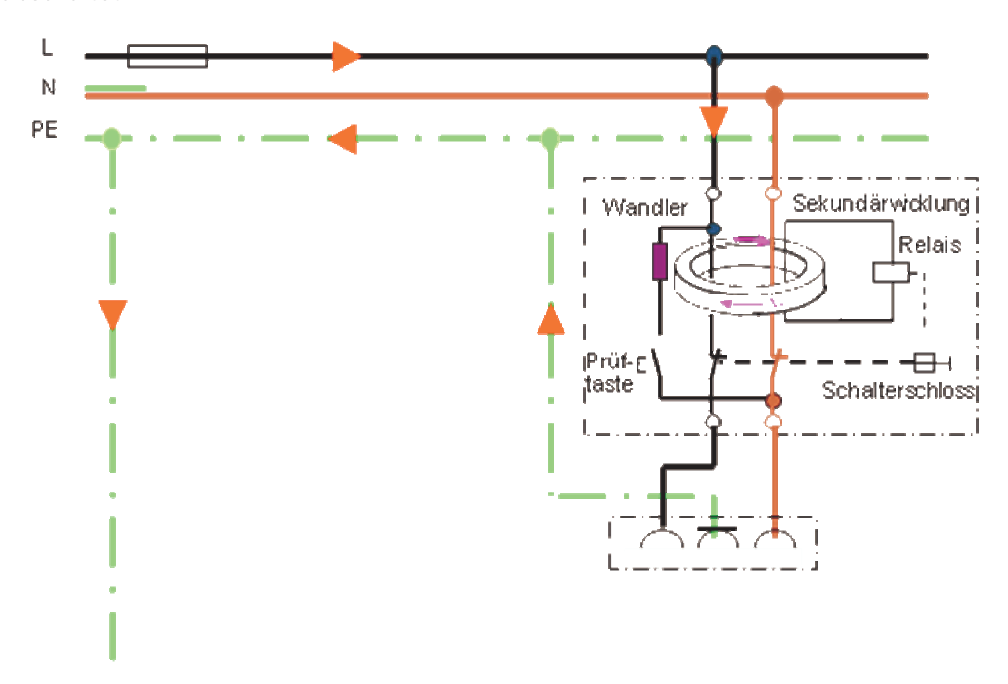
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit Bemesungsdifferenzstrom $I_{\Delta N} \leq 30$ mA

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen bestehen im Prinzip aus einem Stromwandler, in dem die hin- mit den rückfließenden Strömen verglichen werden.

Beide Ströme verursachen im Stromwandler einen magnetischen Fluss. Sofern kein Fehler verliegt, sind beide Ströme gleich und demzufolge die Beträge des von Ihnen verursachten Magnetflusses auch. Da sich beide Magnetflüsse im Vorzeichen unterscheiden, heben sie sich auf.

Im Fehlerfall fließt ein Teil des hinfließenden Stromes über die Fehlerstelle, z.B. eine Person, die ein defektes Gerät berührt, zurück. Der über die RCD zurückfließende Strom ist um den Betrag dieses Fehlerstromes geringer als der hinfließende.

Aus dem Differenzstrom resultiert ein magnetischer Fluss, der in der Sekundärwicklung des Stromwandlers eine Spannung induziert, die den Stromkreis über ein Auslöserelais abschaltet.



Funktion einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)

III – 6.2 Gefährdungsbeurteilung

Die Durchführung von Experimenten kann mit

- **nicht berührungsgefährlicher Spannung,**
- **Schutzkleinspannung SELV/PELV** oder
- **berührungsgefährlicher Spannung** erfolgen.

Je nach Spannung ergeben sich unterschiedliche Gefährdungen, die geeignete Schutzmaßnahmen erfordern.

Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10 dürfen nur mit Kleinspannung bis 25 V AC / 60 V DC experimentieren.
Das gilt grundsätzlich auch für Schüler oberhalb der Jahrgangsstufe 10.

Nur wenn das Lernziel mit ungefährlicher Spannung nicht erreicht werden kann, dürfen Schüler mit berührungsgefährlicher Spannung experimentieren.

III – 6.2.1 Experimentieren mit nicht berührungsgefährlicher Spannung

Nicht berührungsgefährliche Spannung ist
- Wechselspannung AC <= 25 V
- Gleichspannung DC <= 60 V

In diesem Spannungsbereich liegt keine elektrische Gefährdung vor. Ein Basisschutz nach 1.2.1 ist nicht erforderlich.

Die Bereitstellung der Spannung erfolgt
- netzunabhängig, z.B. durch Batterien, Solarzellen

oder
- netzabhängig durch Netzgeräte mit begrenzter Ausgangsspannung 25 V AC / 60 V DC über Sicherheitstransformatoren.

Wichtiger Hinweis:
Kleinspannungsnetzteile oder Ladegeräte, z.B. für Handys oder Laptops erfüllen diese Anforderungen nicht und sind deshalb zum Experimentieren nicht geeignet.

III – 6.2.2 Experimentieren mit Schutzkleinspannung SELV oder Funktionskleinspannung PELV

Technische Voraussetzungen bei SELV/PELV

SELV und PELV sind Schutzmaßnahmen gegen berührungsgefährliche Spannung, die folgende Anforderungen erfüllen:

- Begrenzung der Spannung auf Wechselspannung AC <= 50 V oder Gleichspannung DC <= 120 V
- Sichere Trennung des SELV- oder PELV-Systems von anderen Stromkreisen
- Basisschutz nach 1.2.1

Zum sicheren Experimentieren mit SELV oder PELV müssen Sicherheits-Experimentierkabel verwendet werden.



Organisatorische Schutzmaßnahmen bei SELV/PELV

- Auswahl eines geeigneten Versuches
- Auswahl geeigneter Geräte und Zubehör für SELV / PELV
- Unterweisung der Schülerinnen und Schüler in die Gefährdungen und Schutzmaßnahmen des Versuches

Bei der Einhaltung der technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen sind keine weiteren Verhaltensmaßnahmen erforderlich.

III – 6.2.3 Experimentieren mit berührungsgefährlicher Spannung

Grundsätzlich soll in allen Jahrgangstufen nur mit nicht berührungsgefährlicher Spannung oder SELV / PELV experimentiert werden.
Ausnahmen sind nur oberhalb der Jahrgangsstufe 10 zulässig, wenn das Lernziel anders nicht erreicht werden kann.

Bei der Auswahl und Vorbereitung der Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung obliegt der Lehrkraft eine besondere Verantwortung, denn auch bei Einhaltung der nachgenannten Schutzmaßnahmen bleibt eine Gefährdung. Dies gilt gleichermaßen für von der Lehrkraft angeleitete, als auch für selbst ausgeführte Experimente.

Technische Schutzmaßnahmen bei Experimenten mit berührungsgefährlicher Spannung

Für Unterrichtsräume, in denen mit berührungsgefährlicher Spannung experimentiert werden soll, müssen die Anforderungen der DIN VDE 0100-723 „Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen“ erfüllt sein:

- Not-Aus-Einrichtung

Jede Experimentiereinrichtung, an der mit berührungsgefährlicher Spannung gearbei**tet werden kann, muss mit einem Not-Aus-Schalter ausgerüstet sein, die alle Experi**menteinrichtungen von der Stromversorgung trennt.

Zusätzlich muss mindestens an jedem Ausgang ein Not-Aus-Schalter vorhanden sein.
Hinweis:
Schülerübungstische sind keine Experimentiereinrichtungen im Sinne der Norm und benötigen keine Not-Aus-Einrichtung unter der Voraussetzung, dass

- *nur elektrische Betriebsmittel mit vollständigem Berührungs- schutz (z.B. Netzgerät) verwendet werden oder*
- *nur nicht berührungsgefährliche Spannung bereit steht oder*
- *nur Schutzkleinspannung SELV oder Funktionskleinspannung PELV zum Einsatz kommt.*

Die Wiederzuschaltung nach einer Not-Aus-Betätigung darf allein mittels einer übergeordneten Schaltung durch befugte Personen möglich sein.

III – 6.2.4 Organisatorische Schutzmaßnahmen bei Experimenten mit berührungsgefährlicher Spannung

Die Vorbereitung und Durchführung der Experimente liegen in der unmittelbaren Verantwortung der Lehrkraft.

In der DIN VDE 0105-112 (Experimentieren mit berührungsgefährlicher Spannung in Unterrichtsräumen) sind Maßnahmen formuliert, die von der Lehrkraft umgesetzt werden müssen.

- Vor jedem Schüler- oder Lehrerexperiment mit berührungsgefährlicher Spannung sind die Schülerinnen und Schüler über die versuchsspezifischen Gefährdungen und Schutzmaßnahmen zu unterrichten. In diesem Zusammenhang ist der Hinweis auf ein Verbot häuslicher Experimente mit berührungsgefährlicher Spannung erforderlich.
- Jeder Aufbau, Umbau und Abbau von Versuchsanordnungen darf nur im spannungsfreien Zustand erfolgen.
- Die Lehrkraft muss vor Spannungsfreigabe jeden Versuchsaufbau der Schülerinnen und Schüler prüfen.
- Die Lehrkraft muss während der Versuchsdurchführung im Unterrichtsraum anwesend sein.

Sachkunde bei Tätigkeiten mit berührungsgefährlicher Spannung.
Verhaltensmaßnahmen bei Experimenten mit berührungsgefährlicher Spannung.

III – 6.3 Aufbau, Umbau und Abbau von Versuchsaufbauten

Aufbau, Umbau und Abbau von Versuchsanordnungen dürfen nur im spannungsfreien Zustand erfolgen. Dies gilt auch bei Verwendung von sogenannten Sicherheitsexperimentierleitungen. Der Lehrer überzeugt sich vor dem Einschalten vom ordnungsgemäßen Zustand des Aufbaus.
An berührungsgefährliche Teile ist nur das Heranführen geeigneter Mess-, Prüf- und Justiereinrichtungen erlaubt, z.B. zur Fehlersuche.

III – 6.4 Stromversorgung mit Akkumulatoren und Batterien

Akkumulatoren und Batterien dürfen an Experimentiereinrichtungen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn sie spannungsfrei sind. In jedem Experimentieraufbau ist ein Ein-Aus-Schalter vorzusehen.

III – 6.5 Experimentierkabel

Vor dem Benutzen sind die Experimentierkabel auf erkennbare Schäden zu prüfen. Die Anschlussteile von Steck- und Schraubverbindungen müssen in ihren Abmessungen aufeinander abgestimmt sein. Die in Schulen üblichen Experimentierkabel haben einen Stecker-Durchmesser von 4 mm. Experimentierkabel dürfen nicht zur Verbindung mit der Netzspannung verwendet werden! (Adapter) (Sicherheitskabel)
Dies gilt nicht für die Benutzung als Prüfspitzen für Messzwecke.
In Versorgungseinrichtungen, festinstallierten Experimentiereinrichtungen und zum Experimentieren verwendeten Geräten dürfen nur die dafür vorgesehenen Sicherungen verwendet werden. Sicherungseinsätze an Experimentiereinrichtungen dürfen nur im stromlosen Zustand entnommen oder eingesetzt werden. (später einbauen)

III – 6.6 Zehn elektrotechnische Sicherheitsregeln

Der Umgang mit elektrischer Energie in der Schule unterscheidet sich nicht von der Handhabung elektrischer Geräte im täglichen Leben.
Zur Sicherheit der Nutzer müssen technische, organisatorische und verhaltensbezogene Vorgaben und Regeln eingehalten werden.

Die folgenden 10 Sicherheitsregeln sind Grundlage beim Umgang mit elektrischer Energie.

1. Überzeugen Sie sich vor der Benutzung elektrischer Geräte durch eine Sichtprüfung von ihrem einwandfreien Zustand. Verwenden Sie keine beschädigten Leitungen und Steckvorrichtungen und keine Geräte mit defekter Abdeckung.
2. Bei Störungen und Funktionsfehlern schalten Sie sofort die Spannung ab und ziehen Sie den Stecker. Führen Sie zur Störungsbeseitigung nur einfache Handhabungen durch (z.B. Lampe oder Sicherungseinsatz wechseln).
3. Melden Sie Schäden oder ungewöhnliches Verhalten von elektrischen Geräten oder Anlagen sofort der Schulleitung bzw. dem von ihm Beauftragten. Entziehen Sie das Gerät oder die Anlage bis zur Instandsetzung einer weiteren Nutzung.
4. Reparaturen an elektrischen Geräten (z.B. Projektoren, Abspielgeräte, Fernsehgeräte, Spannungsversorgungsgeräte zum Experimentieren) oder Anlagenteilen (Leitungen, Steckdosen, Schalter) dürfen nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden. Führen Sie keine Reparaturen und „Bastelarbeiten“ - auch noch so einfacher Art - an elektrischen Geräten und Anlagen selbst durch.
5. Verlegen Sie Kabel und Leitungen stets so, dass Knick- und Scherstellen vermieden werden und sie keine Stolperstelle sind. Ziehen Sie niemals einen Stecker an der Leitung aus der Steckdose heraus.
6. Benutzen Sie grundsätzlich keine nassen elektrischen Geräte und schützen Sie elektrische Geräte vor Nässe und Feuchtigkeit.
7. Nehmen Sie Sicherheitseinrichtungen niemals außer Betrieb oder manipulieren Sie Sicherheitseinrichtungen.
8. Führen Sie Experimente mit Stromversorgung aus der Steckdose nur in den Übungsräumen mit den vorgeschriebenen Schutzeinrichtungen durch. (z.B. Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, Not-Aus-Einrichtung)
9. Verwenden Sie nach Möglichkeit zum Anschluss an die Stromversorgung nur Geräte mit GS- oder VDE-Kennzeichen.
10. Verwenden Sie elektrische Anlagen und Geräte nur gemäß ihrem Bestimmungszweck und bedienen Sie Geräte nur entsprechend der Bedienungsanleitung.

III – 6.7 Prüfungen

Für die elektrische Sicherheit in Experimentierräumen ist Voraussetzung, dass die elektrische Installation bestimmungsgemäß ausgeführt ist, sicher betrieben und nachweislich regelmäßig geprüft wird.
Die Arbeits- und Lehrmittel müssen ebenfalls regelmäßig wiederkehrend mit Nachweis geprüft werden.
Diese Pflichten obliegen dem Sachkostenträger der Schule.

Grundsätzlich sollten nur Geräte mit GS- oder VDE-Zeichen mit Nachweis beschafft und verwendet werden.

Unabhängig davon ist jede Lehrkraft verpflichtet, Geräte vor jeder Benutzung auf sichtbare Mängel zu prüfen.

Übersicht der Wiederholungsprüfungen

Anlage/Betriebsmittel	Empfohlene Prüffrist	Art der Prüfung	Prüfer
elektrische Anlagen	4 Jahre	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft[61]
ortsfeste elektrische Geräte	4 Jahre	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft Elektrotechnisch unterwiwesene Personen[62]
ortsveränderliche elektrische	12 Monate	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft Elektrotechnisch unterwiwesene Personen
Not-Aus-Einrichtung	12 Monate	auf einwandfreie Funktion	Hausmeister, Lehrkraft
Fehlerstrom-Schutzein richtungen (RCDs)	6 Monate	auf einwandfreie Funktion bei Betätigung der Prüftase	Hausmeister, Lehrkraft
alle elektrischen Geräte	vor jeder Benutzung	Sichtprüfung	Lehrkraft

Damit die Lehrkraft erkennt, ob sie über ein geprüftes Gerät innerhalb der festgelegten Prüffrist verfügt, wird die Kennzeichnung mit einem Prüfsiegel empfohlen.
Bewährt haben sich farbige Plombenschnur sowie Geräte- und Leitungsprüfplaketten mit Angaben des Termins der nächsten Prüfung.

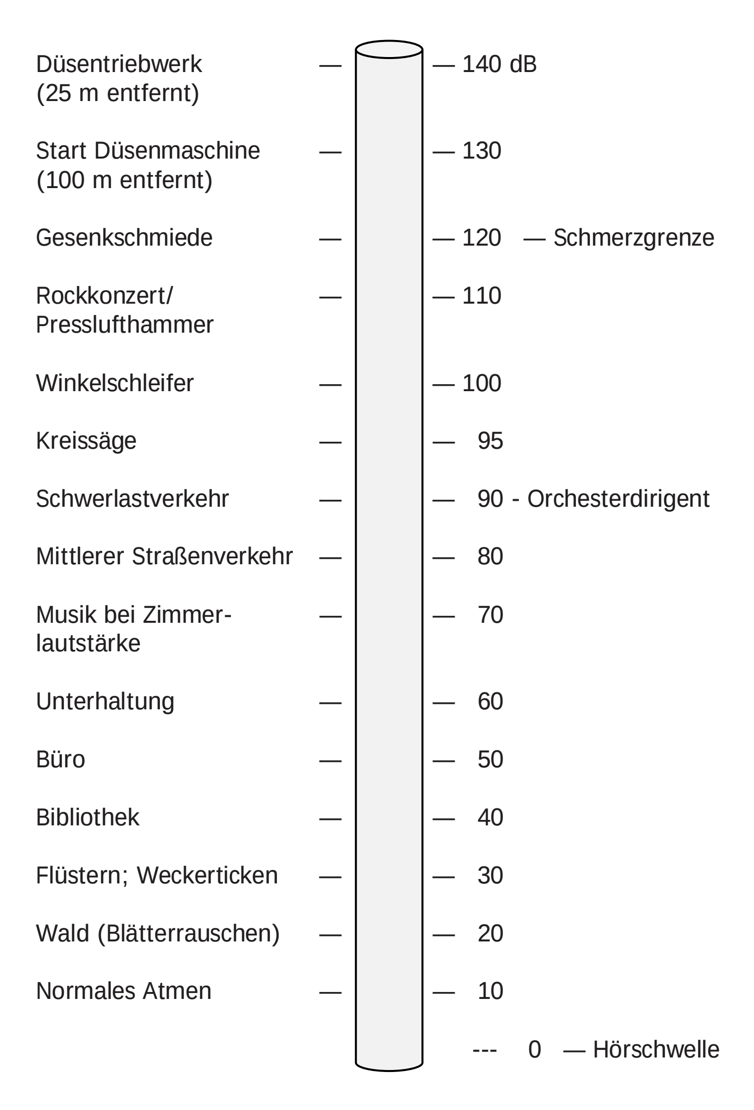
Als Spannungsquellen sind Geräte für Schutzkleinspannung[63] oder Funktionskleinspannung[64] mit sicherer Trennung zu verwenden. Darauf ist bereits bei der Beschaffung zu achten.

III – 7 Tätigkeiten mit Lärmeinwirkungen

III – 7.1 Schalldruckpegel / Dezibel (dB)

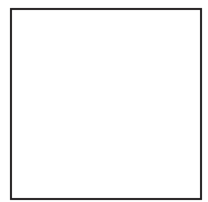
Der Schalldruckpegel L ist ein logarithmisches Maß zur Beschreibung der Stärke eines Schallereignisses und wird in Dezibel (dB) angegeben. Das Dezibel ist keine physikalische Einheit wie Ampere oder Meter sondern eine Verhältniszahl, die das Verhältnis eines gemessenen Schalldrucks p zu einem Bezugsschalldruck p_o (Schalldruck an der Hörschwelle) kennzeichnet. Der Schalldruck an der Hörschwelle wird mit 0 dB definiert und dient der logarithmischen Dezibelskala als Ausgangspunkt.

In der nachfolgenden Abbildung sind einige typische Schallpegelwerte bekannter Schallquellen aus Umwelt und Arbeitsplatz dargestellt. Bei den Angaben handelt es sich lediglich um Orientierungswerte (vgl. auch Ziffer II – 8.1.3):



Für die Beurteilung einer Schallquelle im Hinblick auf das menschliche Hörvermögen wird der Schalldruckpegel in der Regel nicht in dB, sondern in **dB(A)** angegeben. Der A-bewertete Schalldruckpegel berücksichtigt die natürliche frequenzabhängige Gehörempfindung des Menschen. Sehr tiefe und sehr hohe Töne (mit entsprechenden Frequenzen) werden vom Ohr weniger laut empfunden und haben eine geringere schädigende Wirkung als Töne mittlerer Frequenzen. Es handelt sich also um eine ergänzende Information, die so genannte Frequenzbewertung (A).

Um hohe Schalldruckpegel richtig bewerten zu können, wird im Arbeitsschutz bei der Messung eines Spitzenschalldruckpegels die so genannte C-Bewertung verwendet. Der Spitzenschalldruckpegel wird in **dB(C)** angegeben. Die C-Bewertung wird auch benötigt, um feststellen zu können, ob Geräusche hoch- oder tieffrequent sind. In der folgenden Abbildung sind die A-Bewertungskurve und die C-Bewertungskurve dargestellt:



III – 7.2 Ermittlung des Tages-Lärmexpositionspegels $L_{Ex,8h}$

Der Tages-Lärmexpositionspegel kann z.B. aus gemessenen Schalldruckpegeln[65], aus Literaturangaben / Eintragungen in Lärmdatenbanken [1] oder näherungsweise aus dem vom Hersteller anzugebenden „A-bewerteten Emissions-Schalldruckpegel L_{pA}“ [1] (vgl. Ziffer II-8.1.3) berechnet werden. Falls bei älteren Maschinen keine Angaben auf der Maschine oder in der Betriebsanleitung vorhanden sind, sind diese zu ermitteln; z.B. durch Herstelleranfrage oder durch fachkundige Messung nach
§ 5 LärmVibrationsArbSchV.

Zur Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegels kann auf Rechenprogramme im Internet zurückgegriffen werden [66].

Der Tages-Lärmexpositionspegel lässt sich näherungsweise wie folgt abschätzen:
„Pro Halbierung der Einwirkungsdauer des Lärms verringert sich der Tages-Lärmexpositionspegel um 3 dB(A)“.

Berechnungsbeispiel: Kreissäge/Orchester mit L_{pA} = 95 dB(A)

Einwirkdauer in min.	**Tages-Lärmexpositionspegel $L_{Ex,8h}$ in dB(A)**
480	95
240	92
120	89
60	86
30	83
15	80
7,5	77

Ab einem Aufenthalt an der Kreissäge oder im Orchester von 15 min. wird in diesem Beispiel der untere Auslösewert der LärmVibrationsArbSchV ($L_{Ex,8h}$ = 80 dB(A)) überschritten; ab ca. 50 min. wird auch der obere Auslösewert ($L_{EX,\,8h}$ = 85 dB(A)) überschritten.

III – 7.3 Beschaffung von Maschinen

Bei der Beschaffung von Maschinen oder Geräten sollten möglichst lärmarme Maschinen und Geräte beschafft werden. Als Auswahlkriterien stehen folgende zwei Kennwerte zur Verfügung:

- der A-bewertete Schallleistungspegel L_{WA} in dB(A)
- der A-bewertete Emissions-Schalldruckpegel L_{pA} in dB(A)

Nach der Maschinenrichtlinie[67] ist der Hersteller oder Inverkehrbringer verpflichtet, diese Kennwerte sowohl in der Betriebsanleitung als auch im Verkaufsprojekt anzugeben. Häufig finden sich die Kennwerte auch an der Maschine (z.B. Typschild oder Aufkleber).

Der Schallleistungspegel L_{WA} gibt an, wie viel Lärm von einer Maschine insgesamt in alle Richtungen abgestrahlt wird. Er eignet sich daher sehr gut, um Maschinen hinsichtlich ihrer Lärmabstrahlung zu vergleichen.

Der Emissions-Schalldruckpegel L_{pA} gibt an, wie laut es direkt am Bedienplatz der Maschine wird, wenn keine weiteren Lärmquellen und kein Reflexionsschall vorhanden sind.

Fazit: Es ist möglichst diejenige Maschine auszuwählen, die die niedrigeren Kennwerte aufweist.

III – 8 Prüfungen

In den nachfolgenden Tabellen sind Prüffristen und Anforderungen an die prüfenden Personen zusammengestellt, die

- in aktuell gültigen Rechtsnormen (Verordnungen, Technische Regeln, Unfallverhütungsvorschriften) festgelegt sind (Tabelle 1),
- in bisher geltenden Verordnungen, Technischen Regeln, Unfallverhütungsvorschriften, Veröffentlichungen der Unfallversicherungsträger und Normen geregelt waren und jetzt bei der Gefährdungsbeurteilung zur Orientierung dienen können (Tabelle 2).

Tabelle 1: Prüfobjekte mit festgelegten Prüfanforderungen

Prüfobjekt	Wiederholungs-prüfungen	Prüfer	Rechtsgrund-lage	Bemerkung
Absaugungen für Gase und Dämpfe	regelmäßig, mindestens alle 3 Jahre	befähigt Person	BGR 121 – Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen, Gefahrstoffverordnung	z.B. Gefahrstoffschränke (Säuren, Laugen)
Absaugungen für einatembare Stäube	in der Regel jährlich	befähigte Person	Gefahrstoffverordnung	z.B. Schweißrauche, Motoremissionen, Hartholzstäube
Abzüge	Regelmäßig, mindestens alle 3 Jahre	befähigte Person	Gefahrstoffverordnung, TRGS 526	
Autoklaven der Kategorie I und II	Fristen laut Hersteller und Gefährdungsbeurteilung	befähigte Person	Betriebssicherheitsverordnung	Produkt aus zulässigem Druck und maßgeblichem Volumen < 1000
Autoklaven der Kategorie III und IV	äußere Prüfung alle 2 Jahre; innere Prüfung alle 5 Jahre; Festigkeitsprü-fung alle 10 Jahre	zugelassene Überwachungsstelle	Betriebssicherheitsverordnung	Produkt aus zulässigem Druck und maßgeblichem Volumen ≥ 1000
Druckgasflaschen	je nach Gasart: 5 oder 10 Jahre	zugelassene Überwachungsstelle	ADR (Europäische Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße)	

Prüfobjekt	Wiederholungs-prüfungen	Prüfer	Rechtsgrund-lage	Bemerkung
Kompressoren der Kategorie I und II	Fristen laut Hersteller und Gefährdungsbeurteilung	befähigte Person	Betriebssicherheitsverordnung	Produkt aus zulässigem Druck und maßgeblichem Volumen < 1000
Kompressoren der Kategorie III und IV	äußere Prüfung alle 2 Jahre; innere Prüfung alle 5 Jahre; Festigkeitsprüfung alle 10 Jahre	zugelassene Überwachungsstelle	Betriebssicherheitsverordnung	Produkt aus zulässigem Druck und maßgeblichem Volumen ≥ 1000
Mikrobiologische Sicherheitswerkbänke	jährlich	befähigte Person	DIN EN 12469 BGI 863	
Notduschen / Augenduschen	monatlich	befähigte Person	Gefahrstoffverordnung, TRGS 526	
Sicherheitsschränke für brennbare Flüssigkeiten	regelmäßig, mindestens alle 3 Jahre	befähigte Person	Gefahrstoffverordnung, TRGS 526	

Tabelle 2: Orientierungswerte

Prüfobjekt	Wiederholungsprüfungen	Beispielhafte Prüferqualifikation	Quelle	Bemerkungen
Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel	alle 4 Jahre	Elektrofachkraft	GUV-V A2	
Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel	jährlich	Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person	GUV-V A2 GUV-I 8524	Geräte und Anschlussleitungen mit Steckern; Verwaltungsbereiche maximal alle 2 Jahre
Erdgasanlagen	alle 10 Jahre	Sachkundiger	RISU NRW	DGUV Regel 2003
Fehlerstromschutzschalter (RCD)	alle 6 Monate	Benutzer	GUV-V A2	bei stationären Anlagen, Prüftaste betätigen
Feuerlöscher	alle 2 Jahre	Sachkundiger	GUV-R 133	
Flüssiggasanlagen für Brennzwecke mit ortsfesten Verbrauchsanlagen über Erdgleiche	alle 4 Jahre	Sachkundiger	GUV-V D 34	
Flüssiggasanlagen für Brennzwecke mit ortsfesten Verbrauchsanlagen unter Erdgleiche	jährlich	Sachkundiger	GUV-V D 34	
Laborzentrifugen	alle 3 Jahre	Sachkundiger	GUV-R 500	Geschlossenes Gehäuse; Kinetische Energie >10000 Nm oder >500 W
Lackiereinrichtungen	alle 3 Jahre		TRBS 1201 Teil 1	BGI 557
Lüftungstechnische Anlagen (Gebäude)	alle 3 Jahre	Sachverständiger	TPrüfV	

III – 9 Internetadressen:

Die nachstehende Tabelle beinhaltet Internet-Adressen, die Fundstellen für das einschlägige Vorschriften- und Regelwerk, Bezugsquellen für Mikroorganismen und Unterrichtsmaterialien benennen und allgemeine Informationen zu biologischen Arbeitsstoffen geben. Diese Internet-Adressen stellen auch einen Ausgangspunkt für weitere Recherchen zu dem Thema „Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Schulen“ dar, da sie zum Teil auf weitere Links verweisen.

Internet-Adressen	Einrichtung, Institution	Stichwort
http://www.dguv.de und Adressen der regional zuständigen UV-Träger	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung Zuständiger Unfallversicherungsträger	Vorschriften und Regeln des zuständigen Unfallversicherungsträgers
http://www.baua.de	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	staatliche Vorschriften
www.sichere-schule.de	Unfallkasse Nordrhein-Westfalen	Bau- und Ausrüstung
www.gewerbeaufsicht-Badenwuerttemberg.de		

III – 10 Quellenverzeichnis

III – 10.1 Gesetze

Bezugsquelle: Bundesgesetzblatt oder Internet, z.B. gesetze-im-internet.de

ArbSchG — Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (ArbSchG) vom 7. August 1996 (BGBl. I Nr. 43 vom 20.08.1996 S. 1246) geändert am 8. April 2008 durch Artikel 6 des Gesetzes zur Änderung seeverkehrsrechtlicher, verkehrsrechtlicher und anderer Vorschriften mit Bezug zum Seerecht (BGBl. I Nr. 15 vom 17.04.2008 S. 706), zuletzt geändert durch Artikel 15 Abs. 89 des Gesetzes vom 05.02.2009 (BGBl. I S. 160)

AsiG — Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit vom 12. Dezember 1973 (BGBl. I Nr. 105 vom 15.12.1973 S. 1885) zuletzt geändert am 31. Oktober 2006 durch Artikel 226 der Neunten Zuständigkeitsanpassungsverordnung (BGBl. I Nr. 50 vom 07.11.2006 S. 2407)

ChemG — Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (ChemG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Juni 2002 (BGBl. I Nr. 40 vom 27.06.2002 S. 2090) zuletzt geändert am 13. Dezember 2007 durch Artikel 3 § 2 des Gesetzes zur Neuordnung der Ressortforschung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BGBl. I Nr. 65 vom 20.12.2007 S. 2930). Aktuelle Fassung in der Bekanntmachung vom 02.07.2008 (BGBl. I S. 1146)

GPSG — Gesetz zur Neuordnung der Sicherheit von technischen Arbeitsmitteln und Verbraucherprodukten (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz - GPSG) vom 6. Januar 2004 (BGBl I 2004, 2 (219); zuletzt geändert durch Art. 3 Abs. 33 des Gesetzes vom 7. 7.2005 (BGBl. I S. 1970)

JArbSchG — Gesetz zum Schutze der arbeitenden Jugend (JArbSchG) vom 12. April 1976 (BGBl. I Nr. 42 vom 15.04.1976 S. 965), geändert am 31. Oktober 2006 durch Artikel 230 der Neunten Zuständigkeitsanpassungsverordnung (BGBl. I Nr. 50 vom 07.11.2006 S. 2407), zuletzt geändert durch Artikel 3 Abs. 2 des Gesetzes vom 31.10.2008 (BGBl. I S. 214)

KrW-/AbfG — Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705), geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 19. Juli 2007 (BGBl. I S. 1462), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 22.12.2008 (BGBl. I S. 2986)

MuSchG — Gesetz zum Schutze der erwerbstätigen Mutter (MuSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Juni 2002 (BGBl. I Nr. 43 vom 02.07.2002 S. 2318) geändert am 5. Dezember 2006 durch Artikel 2 Abs. 10 des Gesetzes zur Einführung des Elterngeldes (BGBl. I Nr. 56 vom 11.12.2006 S. 2748), zuletzt geändert durch Artikel 14 des Gesetzes vom 17.03.2009 (BGBl. I S. 550)

SGB VII — (SGB VII) vom 7. August 1996 (BGBl. I Nr. 43 vom 20.08.1996 S. 1254) geändert am 19. Dezember 2007 durch Artikel 6a des Gesetzes zur Änderung des Vierten Buches Sozialgesetzbuch und anderer Gesetze (BGBl. I Nr. 67 vom 22.12.2007 S. 3024; BGBl. I Nr. 70 vom 31.12.2007 S. 3305)

SprengG — Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (SprengG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. September 2002 (BGBl. I Nr. 65 vom 13.09.2002 S. 3518) zuletzt geändert am 31. Oktober 2006 durch Artikel 150 der Neunten Zuständigkeitsanpassungsverordnung (BGBl. I Nr. 50 vom 07.11.2006 S. 2407)

WHG — Wasserhaushaltsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002 (BGBl. I S. 3245), geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 666), zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 22.12.2008 (BGBl. I S. 2986)

III – 10.2 Verordnungen

Bezugsquelle: Bundesgesetzblatt oder Internet, z.B. gesetze-im internet.de

AbwV — Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung – AbwV). Neugefasst durch Bekanntmachung vom 17. 6.2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 19.10.2007 (BGBl. I S. 2461)

ArbMedVV — Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge vom 18.12.2008 (BGBl. I S. 2768)

ArbStättV — Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV) vom 12. August 2004 (BGBl. I Nr. 44 vom 24.08.2004 S. 2179) geändert am 20. Juli 2007 durch Artikel 2 des Gesetzes zum Schutz vor den Gefahren des Passivrauchens (BGBl. I Nr. 35 vom 27.07.2007 S. 1595) zuletzt geändert durch Artikel 9 der Verordnung vom 18.12.2008 (BGBl. I S. 2769)

BetrSichV — Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (BetrSichV) vom 27. September 2002 (BGBl. I Nr. 70 vom 02.10.2002 S. 3777) geändert am 6. März 2007 durch Artikel 5 der Verordnung zur Umsetzung der EG-Richtlinien 2002/44/EG und 2003/10/EG zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (BGBl. I Nr. 8 vom 08.03.2007 S. 261) zuletzt geändert durch Artikel 8 der Verordnung vom 18.12.2008 (BGBl. I S. 2769)

ChemOzonSchichtV — Verordnung über Stoffe, die die Ozonschicht schädigen (ChemikalienOzonSchichtverordnung) vom 13.11.2006 (BGBl I S 2638) zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 20.05.2008 (BGBl. I S. 2769)

ChemVerbotsV — Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz, (Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV) vom 14. Oktober 1993 (BGBl I 1993, S. 1720); in der Fassung vom 13.6.2003, geändert durch Zehnte Verordnung zur Änderung chemikalienrechtlicher Verordnungen vom 11.7.2006, zuletzt geändert durch die Verordnung vom 21.07.2008 (BGBl. I S. 2768)

GefStoffV — Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (GefStoffV) vom 26.November. 2010 (BGBl. I Nr. 59 vom 30.11.2010 S. 1643)

MuSchV — Verordnung über den Mutterschutz für Beamtinnen (MuSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. November 2004 (BGBl. I Nr. 59 vom 17.11.2004 S. 2828) zuletzt geändert am 23. Februar 2006 durch Artikel 2 der Verordnung zur Neuordnung der Arbeitszeit der Beamtinnen und Beamten des Bundes und zur Änderung anderer Verordnungen (BGBl. I Nr. 9 vom 28.02.2006 S. 427)

PSA-BV — Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung – PSA-BV) vom 4. Dezember 1996 (BGBl. I 1996 S. 1841)

RöV — Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung - RöV) in der Fassung vom 30.04.2003

1. SprengV — Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Januar 1991 (BGBl. I S. 169), zuletzt geändert durch Artikel 390 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)

2. SprengV — Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. September 2002 (BGBl. I S. 3543), zuletzt geändert durch Artikel 6 Abs. 1 der Verordnung vom 6. März 2007 (BGBl. I S. 261)

StrlSchV	Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) in der Fassung vom 20.07.2001, zuletzt geändert am 29.08.2008

III – 10.3 Technische Regeln

	Bezugsquelle: Buchhandlung oder Internet, z.B. www.baua.de	**Fassung**
TRbF	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten	
TRbF 001	Aufbau und Anwendung der TRbF	07.2002
TRbF 020	Läger	05.2002
TRbF 60	Ortsbewegliche Behälter	06.2002
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe	
TRGS 001	Allgemeines, Aufbau und Wirksamwerden der TRGS	12. 2006
TRGS 201	Kennzeichnung von Abfällen beim Umgang	07.2002
TRGS 400	Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen	01.2008
TRGS 401	Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen	06.2008
TRGS 500	Schutzmaßnahmen	05.2008
TRGS 510	Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern	10.2010
TRGS 521	Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle	02.2008
TRGS 526	Laboratorien	02.2008
TRBA/ TRGS 406	Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege	06.2008
TRGS 553	Holzstaub	08.2008
TRGS 555	Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten	02.2008
TRGS 614	Verwendungsbeschränkungen für Azofarbstoffe, die in krebserzeugende Amine gespalten werden können	03.2001
TRGS 900	Grenzwerte in der Luft Arbeitsplatz - Luftgrenzwerte	01.2006, jährlich ergänzt
TRGS 901	Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft Arbeitsplatz	01.2006
TRGS 905	Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe	05.2008
TRGS 907	Verzeichnis sensibilisierender Stoffe	10.2002

III – 10.4 Unfallverhütungsvorschriften der gesetzlichen Unfallversicherungsträger

Bezugsquelle: Zuständiger Unfallversicherungsträger oder Internet, siehe www.dguv.de

Nr.	**Titel**	**Fassung**
BGV/GUV-V A1	Grundsätze der Prävention	07.2004

BGV/GUV-V A3	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel	12.1978/01.1997
BGV/GUV-V A4	Arbeitsmedizinische Vorsorge	01.1993/01.1997
GUV-V A6/A7 bzw. BGV A 2	Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit	03.1975/06.2003
BGV/GUV-V A8	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz	09.1994/06.2002
BGV/GUV-V D34	Verwendung von Flüssiggas	10.1993/01.1997
GUV-V S1	Schulen	05.2001

III – 10.5 Regeln und Informationen der gesetzlichen Unfallversicherungsträger

Bezugsquelle: Zuständiger Unfallversicherungsträger oder Internet, siehe www.dguv.de

Nr.	Titel	Fassung
	REGELN	
GUV-R 132	Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen	01.2005
BGR/GUV-R 192	Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz	07.2002
BGR/GUV- R 195	Benutzung von Schutzhandschuhen	10.1995/ 10.2007
BGR/GUV-R 209	Umgang mit Reinigungs- und Pflegemitteln	08.2001
	Informationen	
BGI/GUV-I 510-1	Anleitung zur Ersten Hilfe bei Unfällen (Aushang DIN A 2)	10.2006
GUV-I 512	Erste-Hilfe-Material	03.2006
BGI/GUV-I 511.1	Verbandbuch (kartoniert DIN A5)	02.2006
BGI/GUV-I 767	Chlorkohlenwasserstoffe	02.2002
GUV-I 8504	Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe	06.2007
GUV-I 8518	Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen - PC-Programme und Datenbanken	08.2006
GUV-SI 8036	Keramik - Ein Handbuch für Lehrkräfte	06.2005
GUV-SI 8037	Papier - Ein Handbuch für Lehrkräfte	04.2005
GUV-SI 8038	Metall - Ein Handbuch für Lehrkräfte	01.2006
GUV-SI 8039	Kunststoff - Ein Handbuch für Lehrkräfte	05.2004
GUV-SI 8040	Elektrotechnik, Elektronik - Ein Handbuch für Lehrkräfte	In Überarbeitung
GUV-SI 8041	Holz - Ein Handbuch für Lehrkräfte	01.2006
GUV-SI 8042	Lebensmittel- und Textilverarbeitung - Ein Handbuch für Lehrkräfte	06.2007
GUV-SI 8043	Bildende Kunst und Design - Ein Handbuch für Lehrkräfte	01.2004

III – 10.6 DIN-, DIN EN- und DIN VDE-Normen

Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 19787 Berlin
http://www.beuth.de

Nr.	Titel	Fassung
DIN VDE 0100-723	Errichten von Niederspannungsanlagen - Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Teil 723: Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen	06. 2005
E DIN VDE 0105 - 112	Betrieb von elektrischen Anlagen; Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichts-räumen	06.2008
DIN 1946 – 7	Raumlufttechnik – Teil 7: Raumlufttechnische Anlagen in La-boratorien	07.2009
DIN EN ISO 2592	Mineralölerzeugnisse – Bestimmung des Flamm- und Brenn-punktes	09.2002
DIN 3383 – 4	Gasschlauchleitungen und Gasanschlussarmaturen, Si-cherheits-Gasanschlussarmaturen und Anschlussstücke für Laboratoriumsschläuche und Schlauchleitungen	12.1991
DIN EN 12469	Biotechnik – Leistungskriterien für mikrobiologische Sicher-heitswerkbänke	09.2000
DIN 12918 - 2	Laboreinrichtungen-Laborarmaturen Teil 2: Entnahmestellen für Brenngase	09.2009
DIN 12924 - 1	Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für allgemeinen Ge-brauch *(wandständig)*	08. 1991 zurückgezogen
DIN 12924 - 2	Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für offene Aufschlüsse bei hohen Temperaturen; Hauptmaße, Anforderungen und Prüfungen	04.2007
DIN 12924 - 3	Laboreinrichtungen; Abzüge; Durchreichabzüge *(Rückhaltevermögen und Prüfungen entsprechend DIN 12924-1)*	04. 1993
DIN 12924 - 4	Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge in Apotheken *(Rückhaltevermögen und Prüfungen entsprechend DIN 12924-1)*	01. 1994
DIN 13164	Erste-Hilfe-Material - Verbandkasten B *(Kraftfahrzeug)*	01. 1998
DIN 13157	Erste-Hilfe-Material - Verbandkasten C	11.2009
DIN 14095	Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen	05.2007
DIN EN 14175 - 1	Abzüge Teil 1: Begriffe	08. 2003
DIN EN 14175 - 2	Abzüge Teil 2: Anforderungen an Sicherheit und Leistungs-vermögen	08. 2003
DIN EN 14175 - 4	Abzüge Teil 4: Vor-Ort-Prüfverfahren	12. 2004
DIN 14406-4	Tragbare Feuerlöscher - Teil 4: Instandhaltung	09.2009

Nr.	Titel	Fassung
DIN EN 14470 - 1	Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke Teil 1: Sicherheits-schränke für brennbare Flüssigkeiten	07.2004
DIN EN 14470 - 2	Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke Teil 2: Sicherheits-schränke für Druckgasflaschen	11.2006
DIN 18361	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleis-tungen (ATV); Verglasungsarbeiten	12. 2002
DIN 30664 – 1	Schläuche für Gasbrenner für Laboratorien, ohne Ummante-lung und Armierung Teil 1: Anforderungen und Prüfungen	12.1994
DIN 58121	Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel; Glasgeräte und Verbin-dungsteile	04. 1993
DIN 58123	Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel; Stellzeuge; Stativstücke, Muffen, Füße und Tischklemmen	04.1993
DIN 58125	Schulbau - Bautechnische Anforderungen zur Verhütung von Unfällen	07. 2002
DIN EN 60825 - 1	Sicherheit von Laser-Einrichtungen - Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien (IEC 60825-1:2007)	12. 2008
DIN EN 61008 - 1	Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähn-liche Anwendungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61008-1:1996)	04.2008
DIN EN 61008 - 2-1	Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähn-liche Anwendungen - Teil 2-1: Anwendung der allgemeinen Anforderungen auf netzspannungsunabhängige RCCBs (IEC 61008-2-1:1990)	12. 1999
DIN EN 61009 - 1	Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter mit eingebautem Überstromschutz (RCBOs) für Hausinstallationen und für ähn-liche Anwendungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen	12.2008
DIN EN 61009 - 2-1	Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter mit eingebautem Überstromschutz (RCBOs) für Hausinstallationen und für ähn-liche Anwendungen - Teil 2-1: Anwendung der allgemeinen Anforderungen auf netzspannungsunabhängige RCBOs (IEC 61009-2-1:1991)	12. 1999
DVGW G 621	Gasanlagen im Laborräumen und naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen, Installation und Betrieb	Entwurf 10. 2008

III – 10.7 Technische Regeln des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW-Bestimmungen)

Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 19787 Berlin
http://www.beuth.de

Nr.	Titel	Ausgabe
DVGW G 600	Technische Regeln für Gas-Installationen, DVGW-TRGI 2008	04.2008
DVGW G 621	Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen, Arbeitsblatt G 621, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW)	08. 1989

III – 11 Stichwortverzeichnis